Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

Elaboración y aceptabilidad de fideos con sustitución parcial de harina de *Zea mays L.* variedad "Maíz Morado" fortificado con huevo de codorniz

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias

Autoras

Angeles Johanna Grados Santos

Dayana Maribel Loli Tapia

Asesor

Dr. Fredesvindo Fernández Herrera

Huacho - Perú

2026

TÍTULO

ELABORACIÓN Y ACEPTABILIDAD DE FIDEOS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE *Zea Mays L.* VARIEDAD "MAÍZ MORADO" FORTIFICADO CON HUEVO DE CODORNIZ

BACH. GRADOS SANTOS, ANGELES JOHANNA

BACH. LOLI TAPIA, DAYANA MARIBEL

BORRADOR DE TESIS

ASESOR Dr. FERNÁNDEZ HERRERA, FREDESVINDO

UNIVERSIDAD NACIONAL

JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

HUACHO

2024

DEDICATORIA

A mi adorada madre que se encuentra ahora en el cielo, a mi padre por ser el motivo y la inspiración constante de superarme. Esta tesis es un homenaje a su legado y a la profunda admiración que les tengo. Por ser los mejores padres, por todo el sacrificio que hicieron por mi educación y los valores que me enseñaron, por su amor y guía invaluable, por todo su amor incondicional les agradezco.

A mis hermanos por su compañía, alegría y apoyo hacia cada momento de mi vida. A mis abuelos por siempre estar pendientes de mi en todo lo que me hacía falta, por su apoyo y cariño.

Grados Santos, Angeles Johanna

Quiero dedicar a Dios por darme la esperanza y la fe de hacer todo esto posible.

Dedico este trabajo a toda mi familia en especial a mi madre que siempre me apoyó, a mis hermanas y también agradecer a los que ya no están con vida pero sus consejos aún los mantengo.

Loli Tapia, Dayana Maribel

AGRADECIMIENTO

Con mi profunda y sincera gratitud a mi asesor el Ing. Fredesvindo Fernández Herrera por su dirección en este trabajo, por sus enseñanzas, su conocimiento que enriqueció a esta investigación.

Al Ing. Osso por sus constructivos comentarios y aportes en la realización de las pruebas, le agradezco también por habernos facilitado las herramientas necesarias para llevar a cabo todas las pruebas necesarias.

Grados Santos, Angeles Johanna

Quisiera agradecer a mi asesor de tesis, el Ing. Fredesvindo Fernández Herrera. Su experiencia, comprensión y paciencia contribuyeron a mi experiencia en el camino de la investigación. Su guía constante y apoyo en mis habilidades me han motivado en alcanzar mi meta. Así mismo quiero agradecer a los docentes que aportaron su conocimiento y nos brindaron un poco de su tiempo para guiarnos y ayudarnos a que todo esto sea una realidad.

Loli Tapia, Dayana Maribel

INDICE

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.1. Descripción de la Realidad Problemática 1

1.2. Formulación del Problema 2

1.3. Objetivos de la Investigación 2

1.4. Justificación de la Investigación 3

1.5. Delimitación del Estudio 4

1.6. Viabilidad del Estudio 4

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO 5

2.1. Antecedentes de la Investigación 5

2.2. Bases Teóricas 9

2.3. Definición de términos básicos 21

2.4. Hipótesis de investigación 22

2.5. Operacionalización de las variables 23

Capitulo III. Metodología de la Investigación 24

3.1. Diseño metodológico 24

3.2. Población y Muestra 30

3.3. Técnicas de recolección de Datos 30

3.4. Técnicas para el procesamiento de Datos 31

Capitulo IV. Resultados 32

4.1. Análisis de los Resultados 32

4.2. Contrastación de la Hipótesis 44

Capitulo V. Discusiones 47

5.1. Discusión de los resultados 47

Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones 49

6.1. Conclusiones 49

6.2. Recomendaciones 50

Capítulo VII. Bibliografía 52

ANEXOS.....59

INDICE DE TABLAS

Componentes generales para elaboración de fideos y/o pastas comunes (1 kg)..... 9

Composición Nutricional de fideos o pastas expresados en 9/100 g de fideos..... 11

Requisitos Fisicoquímicas para la elaboración de los fideos o pastas 12

Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para fideos. 13

Taxonomía del maíz morado 15

Composición nutricional por cada g/100 g de porción comestible de maíz morado..... 17

Composición química de la coronta del maíz morado 18

Porcentaje de antocianinas en el grano y la coronta del maíz morado..... 19

Composición nutricional de la harina de trigo..... 20

Operacionalización de variables e indicadores 23

Tratamientos de estudio..... 26

Formulación general del fideo con sustitución parcial de harina de maíz morado y fortificado con huevo de codorniz..... 27

Caracterización de las harinas mediante la humedad y granulométricas 32

Resultado de la evaluación sensorial para los tratamientos vs variables..... 32

Análisis de Varianza para la característica Aceptabilidad General..... 33

Comparaciones por parejas de Tukey para Aceptabilidad..... 34

Pruebas de Tukey para diferencias de las medias para Aceptabilidad general 34

Análisis de Varianza para Elasticidad 36

Comparaciones por parejas de Tukey para Elasticidad..... 36

Pruebas Tukey para diferencias de las medias para Elasticidad..... 37

Análisis de Varianza para Pegajosidad..... 38

Comparaciones por parejas de Tukey para Pegajosidad 39

Pruebas Tukey para diferencias de las medias para Elasticidad..... 39

Optimización de respuesta: Pegajosidad; Elasticidad; Aceptabilidad..... 41

Solución respuesta de tratamiento ideal 42

Composición porcentual (%) de fideos del tratamiento óptimo con las mejores características fisicoquímicas 43

Resultado de características microbiológicas 44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zea mays L. variedad "maíz morado". 15

Figura 2. Diagrama de flujo de elaboración de fideos bajo sustitución parcial de harina de Zea Mays L. variedad "maíz morado" fortificado con huevo de codorniz. 29

Figura 3. Probabilidad normal para la característica Aceptabilidad General 33

Figura 4. ICs simultáneos de 95% de Tukey 35

Figura 5. Grafica de Media para Aceptabilidad general 35

Figura 6. ICs simultáneos de 95% de Tukey 37

Figura 7. Grafica de Media para Elasticidad 38

Figura 8. ICs simultáneos de 95% de Tukey 40

Figura 9. Grafica de Media para Pegajosidad 40

Figura 10. Obtención del tratamiento ideal 42

RESUMEN

Objetivo. Determinar el proceso tecnológico óptimo para la elaboración de fideos bajo sustitución parcial de harina de Zea mays L. variedad "maíz morado" fortificado con huevo de codorniz. **Metodología.** Se empleó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con tres tratamientos, variando las proporciones de las harinas mientras se mantenía constante la cantidad de huevo de codorniz en 7.2% respecto al pesó total de cada tratamiento. El proceso de elaboración incluyó etapas de recepción, pesaje, mezcla, amasado, laminado, trefilado, secado, enfriamiento, envasado y almacenamiento. En la evaluación sensorial de los fideos, se utilizó una escala gráfica lineal de 10 cm con 100 consumidores, quienes evaluaron aspectos como la aceptabilidad, elasticidad y pegajosidad de los fideos. **Resultados.** En los resultados sensoriales, el tratamiento C, compuesto por 6.25% de harina de coronta, 33.125% de harina de maíz morado y 60.625% de harina de trigo, obtuvo la mejor aceptabilidad (7.4), elasticidad (6.8) y pegajosidad (6.7). En cuanto a los análisis fisicoquímicos, el tratamiento C presentó una acidez de 0.37 g/100g, carbohidratos en 68.43 g/100g, y una humedad del 10.74%. La proteína alcanzó 14.07 g/100g base seca, mientras que la grasa fue de 5.28 g/100g, y la fibra cruda se ubicó en 0.61 g/100g base seca. Los valores microbiológicos para el tratamiento C también fueron favorables, con ausencia de Salmonella, coliformes menores a 3 NMP/g, hongos en 30 UFC/g y Staphylococcus aureus inferiores a 10 UFC/g. **Conclusiones.** La investigación demostró que la combinación de harinas de trigo, maíz morado y coronta de maíz morado en la formulación de fideos mejoró significativamente las propiedades sensoriales, nutricionales y microbiológicas del producto. El tratamiento C, con la mayor proporción de harina de trigo y maíz morado, resultó ser la formulación más óptima. Este enfoque proporciona una alternativa innovadora y nutritiva para la producción de fideos de calidad.

Palabras claves: Fideos, coronta, maíz morado, aceptabilidad.

ABSTRACT

Objective. To determine the optimal technological process for the production of noodles with partial substitution of Zea mays L. flour, "purple corn" variety, fortified with quail egg. Methodology. A completely randomized design (CRD) was used with three treatments, varying the proportions of the flours while keeping the amount of quail egg constant. The production process included stages of reception, weighing, mixing, kneading, rolling, drawing, drying, cooling, packaging and storage. In the sensory evaluation of the noodles, a 10 cm linear graphic scale was used with 100 consumers, who evaluated aspects such as the acceptability, elasticity and stickiness of the noodles. Results. In the sensory results, treatment C, composed of 60.625% wheat flour, 33.125% purple corn flour and 6.25% coronta flour, obtained the best acceptability (7.4), elasticity (6.8) and stickiness (6.7). Regarding the physicochemical analysis, treatment C presented an acidity of 0.37 g/100g, carbohydrates at 68.43 g/100g, and a humidity of 10.74%. The protein reached 14.07 g/100g dry basis, while the fat was 5.28 g/100g, and the crude fiber was located at 0.61 g/100g dry basis. Microbiological values for treatment C were also favorable, with absence of Salmonella, coliforms less than 3 MPN/g, fungi at 30 CFU/g and Staphylococcus aureus less than 10 CFU/g. Conclusions. The research showed that the combination of wheat flour, purple corn and purple corn cob in the noodle formulation significantly improved the sensory, nutritional and microbiological properties of the product. Treatment C, with the highest proportion of wheat flour and purple corn, was found to be the most optimal formulation. This approach provides an innovative and nutritious alternative for the production of quality noodles.

Keywords: Noodles, cob, purple corn, acceptability.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la búsqueda de alimentos funcionales que, más allá de su valor nutricional básico, aporten beneficios adicionales a la salud, ha cobrado gran relevancia en el campo de la ciencia y tecnología de alimentos. Entre estos alimentos, destacan aquellos que contienen ingredientes con propiedades antioxidantes y enriquecidos con nutrientes esenciales. En este contexto, el maíz morado (Zea mays L. variedad "maíz morado") ha despertado un interés particular debido a su alto contenido en antocianinas, compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes que han sido asociados con efectos beneficiosos para la salud, como la prevención de diversas enfermedades cardiovasculares y el cáncer.

Por otro lado, el huevo de codorniz se ha destacado como una fuente muy rica en proteínas, minerales y vitaminas esenciales, aspectos que lo convierte en un ingrediente ideal para el enriquecimiento nutricional de diversos productos alimentarios. En este sentido, los fideos representan una opción alimentaria ampliamente consumida a nivel mundial y, por tanto, son un vehículo adecuado para la incorporación de ingredientes funcionales. La presente investigación tiene como objetivo la elaboración y evaluación de la aceptabilidad de fideos bajo sustitución parcial de harina de trigo por harina de maíz morado, fortificados con huevo de codorniz. Se busca determinar si esta formulación puede generar un producto nutritivo, funcional y aceptado sensorialmente por los consumidores.

El estudio se enfocará en los siguientes aspectos: (1) la caracterización físico-química de los fideos elaborados, con énfasis en el contenido de antocianinas y proteínas; (2) la evaluación de su valor nutricional en comparación con los fideos tradicionales; y (3) el análisis de la aceptabilidad del producto a través de pruebas sensoriales con paneles de consumidores. De esta manera, se espera contribuir al desarrollo de nuevos alimentos funcionales que puedan tener un impacto positivo en la salud pública y ofrecer alternativas atractivas en el mercado de productos enriquecidos.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

La alimentación constituye un pilar esencial para la salud y el bienestar de la sociedad. Durante su evolución, el ser humano ha transformado diversas materias primas en una amplia gama de alimentos, tanto procesados como frescos, dando lugar a una cultura alimentaria heterogénea. No obstante, el incremento en el consumo de productos industrializados ha generado riesgos sanitarios, especialmente en niños y adolescentes de sectores socioeconómicos bajos. Esto se manifiesta en problemas de salud como malnutrición, hipertensión, anemia, intolerancia al gluten, diabetes, hipertrigliceridemia, entre otros. (Crisostomo, 2023).

La diversificación de alimentos y la búsqueda de alternativas nutritivas son temas recurrentes en la investigación alimentaria. En la realidad alimentaria del Perú, los fideos tradicionales se han convertido en una parte importante y fundamental de la dieta diaria para muchas personas, principalmente en zonas urbanas. Aunque estos fideos son apreciados por su versatilidad, conveniencia y sabor, se plantea una problemática significativa en términos de su bajo aporte nutricional, lo que contribuye a desequilibrios en la dieta y posibles implicaciones para la salud de la población.

El consumo frecuente de fideos con bajo aporte nutricional presenta una problemática significativa en términos de salud y bienestar. Abordar esta problemática requiere una mayor conciencia pública sobre las implicaciones para la salud de los alimentos ricos en carbohidratos refinados y una promoción activa de opciones en desarrollo de nuevas tecnologías alimentarias para producir fideos más nutritivos y equilibrados en la dieta de la población.

La mayoría de las compañías dedicadas a la fabricación de pastas emplean harina de trigo como insumo principal, dado que este cereal es uno de los más cultivados globalmente y forma parte tradicional en la producción de fideos (Kuncar & Talledo, 2017).

Respecto al maíz morado, si bien es cierto que su aporte nutricional se ve reflejado en la parte comestible, en la mayoría de casos se descarta el raquis del interior del maíz, aunque es fibroso y menos consumido que los granos, estudios demuestran que contiene algunos nutrientes y compuestos beneficiosos. Si se descarta en lugar de ser utilizado, se podría estar perdiendo una fuente potencial de nutrientes y antioxidantes, lo que afecta el valor nutricional total del maíz morado y su aprovechamiento eficiente como materia prima.

En este contexto, la propuesta de elaborar fideos mediante la sustitución parcial de harina de maíz morado fortificada con huevo de codorniz en el que se incluye además la harina de la coronta propia del maíz morado surge como una opción para mejorar el contenido nutricional de un producto básico en muchas culturas alimentarias. Sin embargo, detrás de esta propuesta se encuentran una serie de desafíos y cuestiones problemáticas que se abordarán.

Si bien la elaboración de fideos bajo sustitución parcial de harina de maíz morado fortificado con huevo de codorniz presentaría potenciales beneficios nutricionales, su aceptabilidad sensorial, los desafíos tecnológicos, así como los aspectos económicos, conforman una problemática que se abordarán de manera integral en la presente investigación. La investigación y desarrollo en este campo considerarán estas problemáticas para lograr un producto que sea aceptado, accesible y beneficioso para la salud de los consumidores.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál será el proceso tecnológico óptimo para la elaboración de fideos bajo sustitución parcial de harina de Zea mays L. variedad "maíz morado" fortificado con huevo de codorniz?

1.2.2. Problemas Específicos

¿Cuál es la formulación optima de harina de trigo, harina de maíz morado, harina de coronta y fortificada con huevo de codorniz para la elaboración de fideos?

¿Cuáles son las características fisicoquímicas y microbiológicas del fideo óptimamente obtenido?

¿Cuál es la aceptabilidad sensorial de los fideos con sustitución parcial de harina de Zea mays L. variedad "maíz morado" fortificado con huevo de codorniz?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General.

Determinar el proceso tecnológico óptimo para la elaboración de fideos bajo sustitución parcial de harina de Zea mays L. variedad "maíz morado" fortificado con huevo de codorniz

1.3.2. Objetivos Específicos

Determinar la formulación optima de harina de trigo, harina de maíz morado, harina de coronta y huevo de codorniz para la elaboración de fideos.

Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del fideo óptimamente obtenido.

Evaluar la aceptabilidad sensorial de los fideos con sustitución parcial de harina de Zea mays L. variedad "maíz morado" fortificado con huevo de codorniz.

1.4. Justificación de la Investigación

1.4.1. Justificación Social

El presente trabajo tiene una justificación social debido a que se introduce al mercado un producto nuevo (fideos de maíz morado) y con ello se promueve una alimentación saludable en la población, pues el maíz morado presenta propiedades nutricionales con importantes beneficios para la salud. Así mismo, se apertura un nuevo mercado para el grano de maíz morado favoreciendo económicamente a los agricultores y canales de venta. Además, fortalecer la línea de producción del maíz morado en el Perú.

1.4.2. Justificación Práctica

El fideo elaborado a partir de maíz morado y fortificado con huevo de codorniz, es un producto nuevo en el mercado local, puesto que no se comercializa en los mercados y en ese contexto se requiere introducir a los hogares unos fideos con una novedosa presentación en la que está incluido la harina del maíz morado y su coronta (residuo del maíz) sustituyendo parcialmente a la harina de trigo y fortificado con huevo de codorniz. Lo que hace un producto atractivo debido a sus importantes biocomponentes y/o compuestos funcionales en la destacan los antioxidantes, antocianinas y fibra.

Además, en el presente estudio se evaluará la aceptabilidad general del producto ya que aún se desconoce la preferencia de los consumidores.

1.4.3. Justificación Teórica.

La investigación presente se orienta a la elaboración y el análisis su aceptabilidad de fideos bajo sustitución parcial de la harina del maíz morado y su coronta fortificado con huevo de codorniz en el Perú.

1.5. Delimitación del Estudio

1.5.1. Delimitación Espacial.

La presente investigación se llevó a cabo dentro del ámbito geográfico correspondiente al departamento de Lima, específicamente en la provincia de Huaura, distrito de Huacho. El desarrollo experimental se realizó en las instalaciones del laboratorio de Desarrollo e Innovación para la elaboración de fideos, perteneciente a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Las pruebas sensoriales fueron ejecutadas en el taller de Evaluación Sensorial, ambos espacios pertenecientes a la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental – UNJFSC.

1.5.2. Delimitación Temporal.

El periodo de tiempo empleado en la presente investigación, para la planificación corresponde desde los meses septiembre del 2023 hasta enero del 2025, y correspondientes a la parte experimental (ejecución) fue de marzo del 2024 hasta septiembre del 2024. Durante estos meses se pudo realizar todos los estudios y análisis correspondientes del estudio.

1.6. Viabilidad del Estudio

En esta investigación, la viabilidad se conseguirá mediante la disponibilidad de recursos como las materias primas (maíz morado, huevo de codorniz y otros), información requerida, artículos científicos, tesis o libros con referencias a la elaboración de fideos o pastas, así mismo, se cuenta con la disponibilidad de tiempo por parte de las investigadoras y el apoyo del asesor y profesores especializados en el tema. Por otro lado, se cuenta con los equipos, materiales y áreas fundamentales para ejecutar el presente estudio que nos brinda la UNJFSC. La investigación será autofinanciada, lo que significa que el proyecto no requiere financiamiento ni apoyo adicional de ninguna institución.

Estableciendo los parámetros óptimos mediante los antecedentes nos permitirá cuantificar, controlar y medir los resultados sin problemas. Los factores o variables en la elaboración y aceptabilidad de este nuevo producto nos posibilitan optimizar el proceso y evaluar las características fisicoquímicas, características sensoriales, teniendo en cuenta siempre la parte de calidad e inocuidad.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Gusque (2022) en su tesis "Utilización de harina de camote toquecita (*Ipomoea batatas L.*) para la elaboración de pasta larga", se trazó como objetivo utilizar harina de camote toquecita para elaborar pasta, aplicando diferentes porcentajes de harina de camote y harina de trigo. En la que trabajo con seis tratamientos variando la sustitución del % harina de camote (10%, 20%, 30% y 40% respectivamente). Para el análisis estadístico de los datos obtenidos, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), complementado con la prueba de Tukey para la comparación de medias ($p \leq 0.05$). La investigación consideró factores como las características fisicoquímicas y microbiológicas del producto. En el caso del análisis sensorial, se utilizó la metodología descriptiva con escala no estructurada de Lawless y Heymann. Los resultados reflejaron que la incorporación de harina de camote en proporciones de 10% y 20% no afecta significativamente las propiedades características ni fisicoquímicas de la pasta terminada. Por tanto, se sugiere que hasta un 20% de esta harina puede sustituir a la de trigo sin comprometer la calidad del producto final.

Andino (2015) en su tesis "Utilización de harina de maíz morado en la elaboración de pan con diferentes formulaciones, como un nuevo producto para la Panadería La Ambateñita. 2014", realizó una serie de formulaciones con diferentes porcentajes de harina de maíz morado como sustitución parcial de (15%, 25% y 45%) conjuntamente con los demás componentes para la elaboración. Posteriormente llevo a una evaluación sensorial (textura, color, olor y sabor) mediante la Escala hedónica simplificada en la que obtuvo como resultado con mejores características organolépticas las formulaciones de 15% y 25% con alto nivel de aceptabilidad.

Yanqui (2013) en su estudio "Elaboración de fideos fortificados con tres subproductos de soya (*Glycine max.*) (harina, proteína concentrada y proteína aislada) utilizando dos saborizantes naturales zanahoria (*Daucus carota L.*), y espinaca (*Spinaceae oleracea*)" se planteó elaborar fideos fortificados con los componentes en mención y determinar la mejor concentración de estos componentes para su elaboración. Para el estudio aplico un diseño de bloques completamente al azar y la prueba tukey ($p \leq 0.05$), con el Factor A: corresponde a los tipos de harina (2 niveles); factor B: corresponde a tres subproductos de soya (3 niveles), mediante un arreglo factorial AxB con tres repeticiones, en el cual alcanza un total de 18

tratamientos de estudio, de los cuales obtuvo tres (03) mejores tratamientos, T6: (trigo: 0.90 ; proteína aislada de soya: 0.08 ; espinaca: 0.02), T2: (trigo: 0.9; proteína concentra de soya: 0.08 ; zanahoria: 0.02), T1: (trigo: 0.9 ; soya: 0.08; zanahoria: 0.02). Posteriormente realizó los análisis fisicoquímicos y pruebas de análisis sensorial. Concluye indicando que el mejor tratamiento fue el (T6) con resultados de: 20% proteínas, 1.41% cenizas, 1.18% grasa y 13.5% humedad. Los cuales está dentro de los parámetros y normativas de su país que requiere para el producto de fideos.

(Granito, Torres, & Guerra, 2003) en su artículo "Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y frijol", como objetivo de su investigación fue utilizar sobrantes de la industria del maíz como el germen desgrasado y de producción agrícola el frijol y almidón de yuca, para sustituir harinas de trigo, asi obtener una pasta nutritivo y aceptable por el consumidor. Para lo cual aplico un método viable y se añadió estearoil-lactil-lactato de sodio al 0.5%. posteriormente llevo a un presecado a Tº: 55 ºC y 70 %humedad durante 3 horas y un secado a Tº: 90 ºC y %humedad de 75% durante 3 horas. Se sustituyo la harina al (55%, 70%, 80% y 90% respectivamente) y llegaron a evaluar la proteína, humedad, grasa, cenizas, fibra, minerales y color del producto final. Concluye mencionando que la pasta que tuvo una mayor aceptación sensorialmente por los panelistas, nutricional y calidad tecnológica fue la sustitución al 55% con harina de frijol cruda, añadiendo el 1% de gluten lograron a disminuir la perdida de solidos por cocción y se incrementó PER (relación de eficiencia proteica). Así mismo según las pruebas gastronómicas y sensoriales se excluyeron los sustitutos de pasta al 80% y 90%.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

(Almonacid & Valverde, 2023) en su tesis "Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de pasta de tipo espagueti a partir de la harina de maíz morado (Zeamays)" tuvo como propósito evaluar la viabilidad social, técnica y económica de instalar un centro de producción de espaguetis a partir de maíz morado en harina. El procedimiento propuesto para la elaboración del producto incluía la recepción de insumos y materia prima. Posteriormente, se realizaba el tamizado de las harinas, la disolución de la clara de huevo en agua y su integración con los demás componentes, verificando la homogeneidad de la masa. Usaron la máquina Pleasure P2 para el amasado durante 10 a 15 minutos aproximadamente. Se hace un moldeamiento en tiras tipo espagueti y se hace el cortado de la pasta con un tamaño de 26 cm de largo con cuchillas de acero. Finalmente se somete a

ventilaciones forzadas para disminuir en un 15 % la humedad mediante un secado en horno a una temperatura de 60°C a 65°C. Se deja enfriar a temperatura ambiente y el producto final lo disponen en presentación de bolsas de 500 gramos y con un valor unitario de S/ 4.30.

(Pinco & Pretel, 2023) en su tesis "Pastas tipo fettucine con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maíz y harina de maca roja" establecieron una formulación óptima sustituyendo parcialmente harina de trigo por la harina de maíz y de maca roja en el desarrollo de pasta tipo fettuccine, garantizando parámetros fisicoquímicos, tecnológicos y sensoriales aceptables. Se utilizó el software STATISTICA versión 10, trabajando con 11 formulaciones a través del diseño central compuesto rotacional (DCCR 2^2), tomando como variables independientes la harina de maíz y la de maca roja. Se analizaron características de color, granulometría y composición proximal de las harinas. La evaluación sensorial fue realizada por un panel semi-entrenado de 50 personas. Los tratamientos T9, T10 y T11, compuestos por 82% de harina de trigo, 11% de maíz y 7% de maca roja, fueron los más aceptados, alcanzando puntuaciones entre 5 ("me gusta poco") y 6 ("me gusta"). Desde el punto de vista reológico, esta formulación dio lugar a una masa de buena calidad para la elaboración de pasta tipo fettuccine, con un contenido de lisina superior al 70% del valor de referencia. El análisis proximal de la formulación óptima indicó los siguientes valores: contenido de agua 106.9 g por kg (± 0.2 g/kg), minerales totales (cenizas) 24.3 g/kg (± 0.1 g/kg), proteínas 122.2 g/kg (± 0.3 g/kg), fibra dietética 28.5 g/kg (± 0.1 g/kg), carbohidratos totales 705.9 g/kg (± 0.3 g/kg) y contenido lipídico 14.2 g/kg (± 0.2 g/kg).

Respecto a las características físicas, se registraron los siguientes resultados: fuerza de textura 3.57 ± 0.08 milijulios, tiempo de cocción de 9 minutos, aumento de masa equivalente a 2.70 veces su peso inicial (± 0.07), pérdida de sólidos durante la cocción del 9.7 g por kg (± 0.1 g/kg), luminosidad con valor de 75.17 ± 0.08, índice de cromaticidad de 58.82 ± 0.05 y ángulo de tono de 79.95 ± 0.03. **(Monzón & Postillos, 2022)** en su tesis "Aceptabilidad de fideos funcionales de harina de frijol castilla (Vigna unguiculata) y espinacas (Spinacia oleracea), enriquecida con concentrado proteico de vísceras de pollo de engorde" se centraron en determinar el nivel de aceptación de fideos funcionales y analizar los efectos benéficos de su consumo. Se utilizó una mezcla de harinas de frijol, espinaca y vísceras de pollo, que fue homogeneizada, laminada y moldeada mediante una máquina a presión. Los fideos obtenidos fueron secados a 60 °C durante dos horas. Se trabajó con un muestreo no probabilístico de 10 preescolares de entre 4 y 6 años con diagnóstico de bajo peso para su talla, bajo un diseño cuasi experimental y longitudinal. El estudio concluyó que los fideos formulados constituyen un

alimento con alta densidad calórica (389.04 kcal por cada 100 g ± 3.183) y con 26.15% ± 0.916 de proteínas de alto valor biológico. Estos fideos contienen 56.89% ± 1.147 de carbohidratos, 6.32 ± 0.682% de grasas y 6.27 ± 0.341 mg de hierro por cada 100 g. En términos de aminoácidos esenciales, se observó una superación del 100% en lisina, treonina y triptófano respecto a los valores de referencia, aunque se detectaron deficiencias en metionina y cistina. Los niños que consumieron este alimento experimentaron una mejora del 100% en su peso corporal, junto con incrementos en los niveles de proteínas totales (de 3.39 a 5.14 g/dL), albúminas (de 1.76 a 3.74 g/dL) y globulinas (de 1.86 a 3.29 g/dL). Se concluyó que estos fideos fueron bien aceptados, con un perfil proteico adecuado y un aumento significativo del 60% en proteínas totales y fraccionadas.

(Ramírez, 2019) en su tesis "Enriquecimiento del fideo con la incorporación de la harina de quinua, harina de cebada y ajonjolí" empleó un diseño factorial multinivel con tres variables: harina de cebada en proporciones de 10%, 20% y 30%; harina de quinua en concentraciones del 5% y 10%; y harina de ajonjolí también en 5% y 10%, generando un total de 12 combinaciones experimentales. La proporción óptima de las harinas se obtuvo mediante el análisis de superficie de respuesta. El proceso de elaboración del fideo óptimo implicó un secado a temperatura ambiente durante 76 horas y una cocción a 100 °C por 20 minutos. La caracterización sensorial y nutricional del producto arrojó los siguientes valores: grasas 0.2%, proteínas 13.2%, carbohidratos 3.9%, calcio 24 mg/100g, vitamina C 0.0%, hierro 1.5 mg/100g y un aporte calórico de 350.6 kilocalorías por cada 100 gramos. Las proporciones óptimas determinadas fueron 30% de cebada, 5% de quinua y 5% de ajonjolí.

(Osso, Alfaro, Salinas, & Cuellar, 2016) en su investigación "Pastas enriquecidas con omega 3, harinas de Musa paradisiaca (plátano), Chenopodium quinoa (quinua), Triticum aestivum (trigo), Amaranthus caudatus (kiwicha), saborizada con verduras y hortalizas" determinaron el porcentaje óptimo de sustitución de los componentes en mención, con el objetivo de formular una pasta de alto contenido proteico y elevada aceptabilidad, empleando un método de elaboración convencional. Las formulaciones incluyeron 20 g de harina de plátano, 120 g de harina de quinua, 20 g de harina de kiwicha y 150 g de extractos vegetales (betarraga, zanahoria, espinaca, albahaca, zapallo y pimiento), junto con 0.075 kg de huevo de codorniz enriquecido con omega 3. La mezcla fue amasada y extruida para formar fideos de 25 cm de longitud, los cuales fueron secados primero a temperatura ambiente (30 minutos) y luego en horno a 52 °C durante 4 horas hasta alcanzar un contenido de humedad entre 8 y 15%. Los análisis sensoriales revelaron que no existían diferencias significativas en aroma, sabor o

textura ($p < 0,05$), con una evaluación media entre “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”. Las pastas obtenidas aportaron entre 30 y 32 g% de proteínas totales, entre 13 y 15 g% de ácidos grasos, de los cuales entre 0,11 y 0,13 g% correspondían a omega-3, entre 0,74 y 0,78 g% a omega-6 y entre 3,36 y 3,40 g% a omega-9.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Pastas o fideos

La pasta es un alimento que se elabora mezclando y secando masas de harina sin levadura con o sin agua, a la que se agrega sal, huevos u otros insumos, son llevados a un proceso de extrusión y/o laminación y seguidamente a un proceso de desecación, dando como resultado un producto que suele cocinarse en agua hirviendo (Pastas, 2019). Generalmente para su elaboración se emplea la harina del trigo, sin embargo, se puede emplear también harinas de otros productos a la que se conoce como sustitución parcial.

Según la Norma Técnica Peruana (NTP206.010, 2016) define como fideo o pasta aquel producto que se obtiene por empaste, amasado, corte y extrusión de la mezcla de harina de trigo fortificado, otras harinas o ingredientes permitidos, con o sin adición de agua y sin relleno. No son aceptados los fideos que tengan un tamaño menor a 2 cm.

2.2.1.1. Formulación general de fideos y/o pastas comunes

En la tabla 1 se muestra el flujograma general para la elaboración de pastas alimenticias y/o fideos.

Tabla 1

Componentes generales para elaboración de fideos y/o pastas comunes (1 kg)

Componentes	**Cantidad**		
	(g)	**(mL)**	**%**
Harina de trigo	750	-	68.1
Aceite		25	2.3
Huevos		120	10.9
Sal	7.5	-	0.7
Agua		187.5	17.0
Aditivos alimenticios	10.9	-	1
Total	**1100.9**		**100%**

Fuente: (Arqueño, 2016)

2.2.1.2.Clasificación de la pasta o fideo

Según la NORMA TECNICA PERUANA (NTP 206.010,2016), estos pueden clasificarse por su:

2.2.1.2.1. Contenido de Humedad (INDECOPI-NTP 206.010)

Según la NTP 206.010 (2016) por su humedad, los fideos o pastas pueden clasificarse en dos tipos:

- **Pasta o fideo fresco:** Son aquellos que su contenido de humedad son mayor al 15 g/100 g (15%) e igual o inferior al 35 g/100 g (35%). Además, el producto debe consumirse en un tiempo limitado a partir de la fecha de elaboración, esto debido a que su periodo de caducidad es corto por el % de humedad que presenta (Osso, Alfaro, Salinas, & Cuellar, 2016).

- **Pastas alimenticias o fideos secos:** Será la pasta o fideo que son sometidos a un proceso adecuado de la desecación y que presente un contenido de humedad igual o inferior a 14 g/100 g (14%).

2.2.1.2.2. Proceso de fabricación (INDECOPI-NTP 206.010)

- **Fideo o pasta tipo Nápoles:** Son aquellos que se obtienen por un proceso de moldeado a través de boquillas de formas diferentes.

- **Fideo o pasta tipo Bologna:** Son aquellos que se obtienen mediante el proceso de laminado

2.2.1.2.3. Composición (INDECOPI-NTP 206.010)

- **Fideo o pasta compuesto:** Será la que contenga adición en cantidades variables de legumbres y otros granos o cereales andinos, así mismo el gluten, lácteos, verduras, huevos y/o elementos nutritivos o funcionales que están permitidos con la finalidad de mejoras componentes nutricionales.

- **Fideo o pasta de trigo:** Será el que tenga como ingrediente fundamental a la harina de trigo, llamado también sémola de trigo.

2.2.1.2.4. Forma (INDECOPI-NTP 206.010)

- **Pastas alimenticias largas o fideos largos:** son de tipo Bologna o Nápoles de forma y tamaño variable, puede presentar hueco o no, pero se caracteriza por su longitud (Fetuccini, espagueti, tallarines y otros) (NTP206.010, 2016).

- **Pastas alimenticias cortas o fideos cortos:** Es el producto (pastas o fideos) que presenta el tamaño y forma variable con una longitud menor a 6 cm, las que son llamadas o conocidos como; caracoles, tornillo, codito, macarrón, letras y otros (NTP206.010, 2016).

2.2.1.3. Valor nutricional del fideo

El Centro Nacional de Alimentos y Nutrición (CENAN), indica en las Tablas Peruanas de Composición de Alimentos que las pastas o fideos cumplen con la composición nutricional por cada 100 gramos, tal cual se presenta en tabla siguiente:

Tabla 2
Composición Nutricional de fideos o pastas expresados en 9/100 g de fideos

Componentes	Cantidad	Unidad
Energía	305	kcal
Proteínas	9,50	g
Grasa total	0,1	g
Carbohidratos totales	69,6	g
Carbohidratos disponibles	66,4	g
Fibra	3,2	g
Ceniza	0,4	g
Hierro	1,6	mg

Fuente: (Ministerio de Salud (MINSA), 2009)

2.2.2. Características que debe cumplir los fideos y/o pastas

Generalmente se acepta que, desde la posición del punto de vista del consumidor, las propiedades de la pasta deben considerarse de dos maneras diferentes: El primero que se debe tomar en cuenta es el aspecto de la pasta cruda, dicho de otro modo, el conjunto de características que posee al finalizar el proceso de fabricación, envasado y puntos de venta. En segundo lugar, lo que se toma en cuenta es cuando a la pasta se pone en cocción, a lo que se le llama como calidad culinaria (Afaray, 2014).

2.2.2.1. Calidad de la pasta y/o fideos

La Norma Técnica Peruana (NTP 206.010:2016) dispone los requerimientos para la elaboración y la calidad de los fideos y/o pastas, principalmente la calidad de los fideos estará permanentemente sujeto a las materias primas que serán usados para su fabricación.

En principio, la calidad de la pasta seca está sujeto a algunos criterios como la no presencia de manchas y grietas, por otro lado, debe presentar una superficie lisa con una coloración amarilla ambarina. Del mismo modo, las pastas de cocción se centran en coloración, firmeza y exento de pegajosidad (Gill, 2010).

2.2.2.2.Calidad fisicoquímica

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 206.010:2016) se deben elaborar con masas frescas, no fermentadas ni acidificadas o con sobrantes de procesos anteriores. Conforme a esta normativa se permitirá hacer el uso de preservantes y/o conservantes tipo acido sórbico y sorbatos, etc. aprobados para consumo humano, en las dosis máximas permitidas de acuerdo a las practicas correctas de fabricación. En la siguiente tabla se señala algunos requisitos para elaboración de pastas alimenticias y/o pastas.

Tabla 3

Requisitos Fisicoquímicas para la elaboración de los fideos o pastas

Características	**Especificación**	**Referencia**
Humedad (%)	Máximo 14	NTP 206.010:2016 Pastas o Fideos para consumo humano. Requisitos
Acidez titulable (expresado como ácido láctico) (%)	Máximo 0.46	

Nota. La acidesz se expresará como % ácido láctico y sobre una base de humedad del 14%.
Fuente. (NTP206.010, 2016)

2.2.2.3.Calidad microbiológica

Con respecto a los requisitos microbiológicos, deberán estar libres de microorganismos banales y patógenos. Por ello, la DIGESA y el MINSA establecen criterios microbiológicos para fideos o pastas alimenticias, para pastas secas con o sin relleno, como se expresa en la siguiente tabla:

Tabla 4

Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad en fideos o pastas desecadas con o sin relleno (Incluye fideos a base de verduras, al huevo, otros).

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por gramo	
					m	M
Staphylococcus aureus	8	3	5	1	10^2	10^3
Coliformes	5	3	5	2	10	10^2
Mohos	2	3	5	2	10^2	10^3
Salmonella	10	2	5	0	Ausencia/25g	…
Clostridium Perfringens (*)	8	3	5	1	10^2	10^3

(*) Solo para pastas con relleno de carne

Fuente: (NTP206.010, 2016). Extraído de R.M. N° 591-2008/MINSA

2.2.3. Principales componentes de la pasta

2.2.3.1.Huevos

Para la elaboración de los fideos deberán considerarse con un mínimo de 3 huevos frescos por c/kilogramo de fideos o pasta seca o su equivalente en huevos deshidratados (tomando en consideración que se añade en base al 14% de humedad), el huevo le aporta directamente la consistencia a la pasta y a su vez, la hace más nutritiva (Afaray, 2014).

2.2.3.2.Agua

De acuerdo con Cerrate (1989) mencionado por (Afaray, 2014), quien hace mención que, para la elaboración de las pastas, el agua es un componente fundamental, puesto que mantiene un profundo contacto todos los ingredientes. La cantidad de agua que se incorpora al momento de amasado es de 18% a 25%, con respecto a las materias primas secas, con lo cual se alcanza una masa con humedad de 30% a 32% y posteriormente para alcanzar una humedad final de 12% a 13% del producto terminado.

El agua que se utiliza debe cumplir los requisitos establecidos por la OMS, completamente incolora, exento de solidos en suspensión de más de 5 micras y no exceder el contenido máximo de cloruros e iones (TechnoPast, 2013).

Para (Yanqui, 2013) las principales funciones que cumple el agua son:

- Controlar la consistencia de la masa
- Favorecer y hacer posible la formación del gluten
- Prolongar la vida útil si existe en suficiente cantidad.
- Ayudar al control de la temperatura de la masa

2.2.3.3.Sal

Para López Varela (2003) citado por (Andino, 2015) “El cloruro de sodio o sal controla el grado de fermentación, además de aportar y potenciar su sabor, también mejora el gluten. Cuando se usa directamente, neutralizara la levadura, por ello primero se debe mezclar con la harina”. Así mismo, la sal contribuye en impedir el desarrollo de microorganismos y a resaltar el sabor de la harina y demás ingredientes presentes en la pasta.

2.2.4. Maíz morado

El Zea mays L. (maíz morado) es una planta originaria de América Latina, principalmente en Perú y Bolivia, cuyas semillas o también llamados granos que tienen un endospermo exterior y corontas de color morado, que los confiere una particularidad al pigmento que dispone de 1.5% a 6.9%, también llamado antocianinas, que corresponden a los flavonoides. Zea mays L (maíz morado), posee una mazorca que contiene el 80% de granos y 20% de coronta. Por su elevado contenido en antocianinas (que se encuentra en menor proporción en la cascara y/o grano y en cantidades superiores en la coronta) y compuestos fenólicos, es un potente anticancerígeno y antioxidante natural. Además, posee propiedades funcionales gracias a los compuestos bioactivos mencionados, son usados mayormente como colorante natural en bebidas (Guill, Mori, & Paucar, 2014). Sin embargo, las antocianinas se degradan por diversos factores tales como el incremento del pH, el aumento de temperatura y de la concentración de oxígeno (Flores & Flores, 2018).

Existen estudios que afirman que el maíz variedad morado entero y fresco contiene una cantidad de antocianinas hasta 11 veces mayor que la fruta del arándano, pues estos compuestos fenólicos son fundamentales para la salud y la concentración de los compuestos mencionados están en la mazorca (coronta) superiores que en el grano (Cevallos & Cisneros, 2003).

Figura 1. Zea mays L. variedad "maíz morado".

Fuente. (Peruano, 2023).

2.2.4.1.Propiedades y beneficios del maíz morado

El maíz morado cuenta con propiedades de antioxidantes naturales que retarda el envejecimiento celular y para reducir la presión arterial, el colesterol y de tal manera evitar el desarrollo del cáncer de colon (INIA, 2019). Así mismo, se encuentra a los compuestos fenólicos que se encuentra en el maíz morado, quienes ejercen como antioxidantes reteniendo a especies reactivas de oxígeno e impidiendo las enzimas productoras de radicales libres (Atmani, y otros, 2011) citado por (Apace, 2022).

Por otro lado, según estudios científicos dentro de los beneficios mencionan que: reduce la presión y favorece la circulación sanguínea, genera la formación de colágeno, disminuye el colesterol y conduce a la regeneración del tejido conectivo.

2.2.4.2.Clasificación taxonómica

Según descrito por (Terrones & Díaz, 2016), el *Zea mays* L. variedad morada (maíz morado) se clasifica de la siguiente manera:

Tabla 5

Taxonomía del maíz morado

Maíz morado	
Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Subclase	: Commelinidae
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Subfamilia	: Panicoideae
Tribu	: Andropogoneae
Genero	: Zea
Especie	: Z. mays
Nombre binomial	: Zea mays L.
Nombre común	: Maíz morado

Fuente: (Terrones & Díaz, 2016)

2.2.4.3.Valor nutricional del maíz morado

El maíz morado, es un grano rico en carbohidratos digeribles, es una excelente fuente de magnesio. Gracias a su alto contenido capacidad de fibras ayuda a la digestión, así mismo ayuda a combatir el estreñimiento, disminuye el colesterol y contiene vitaminas (B1, B3 y B9) (Jimenez, 2012). Además, el maíz morado contiene nutrientes importantes para la dieta humana, tal como se presenta su composición nutricional en la tabla siguiente:

Tabla 6

Valor nutricional por cada 100 g de porción comestible de maíz morado

Componentes	Cantidad	Unidad
Calorías	357	Kcal
Carbohidratos	71,88	g
Proteínas	8,84	g
Ceniza	2,33	g
Fibra	2,15	g
Grasas	4,57	g
Humedad	10,23	g
Minerales	1,5	g
Sodio	15,9	mg
Fosforo	348	mg
Hierro	2,3	mg
Aminoácidos	1,78	mg
Vitamina C	0,12	mg
Calcio	10	mg
Potasio	286	mg

Fuente: (Apace, 2022) citado de Shah, Prasad & Kumar (2015)

2.2.5. Harina

Harinas precocidas, son de tipo de alimento no perecible considerados en el grupo de alimentos "Harinas y derivados". Es el producto que se obtiene a partir de cereales y/o legumbres o semillas, después de un previo tostado y luego molidos, con o sin fortificación y sin la presencia de materias extrañas (Qaliwarma, 2022).

La harina consiste en un polvo con textura variable, más o menos fina, que se obtiene a partir de la molienda de granos secos de leguminosas o cereales con alto contenido de almidón. Aunque es posible elaborarla a partir de diversos cereales, la más común es la harina de trigo, la cual constituye el ingrediente básico para la producción de pan y pastas. También se elaboran harinas a partir de arroz, maíz, avena, cebada o centeno (Sifre et al., 2018).

2.2.5.1.Harina de maíz morado

De acuerdo con (Bilheux, Escoffier, Hervé, & Pouradier, 1990). "La harina se obtiene del procedimiento de molienda de los granos del propio maíz morado, que contiene en

porcentajes altos de almidón, y se utiliza para la elaboración del pan de maíz, tortillas, tortas y otros pasteles"

Para obtener la harina del maíz (*Zea Mays L.*) variedad morado, "maíz morado", debe pasar por ciertos procesos como: limpieza, donde que se procede a eliminar o separar materias extrañas (polvo, semillas, hierbas, y otros.), así mismo eliminar los gérmenes, pilado (proceso de separación de cascara) mediante métodos mecánicos y/o manuales para obtener el maíz pilado (endospermo), y la precocción, etapa en la que ocurre la gelatinización de los almidones del endospermo, que le otorga a este tipo de harina su capacidad de absorber agua y formar una masa (Pino, Zambrano, & Cerón, 2017).

2.2.5.2.Harina de coronta de maíz morado

Para obtener harina de la coronta del maíz morado, Moreno & Pizarro (2013) recomiendan que, el trozado de coronta debe ser de un tamaño aproximado de 3 a 5 cm, para lograr un secado uniforme y rápido. Con respecto al secado, se realiza a una temperatura de 40 ºC por 24 horas de tiempo para evitar la pérdida de pigmentos.

2.2.5.2.1. Composición nutricional de la coronta del maíz

En la coronta se encuentran nutrientes importantes, tal como se expresa su composición nutricional por cada 100 gramos de coronta de maíz morado en la siguiente tabla:

Tabla 7

Composición química de la coronta del maíz morado

Componentes	Cantidad	Unidad
Humedad	11,2	g
Proteína	3,74	g
Grasa	0,32	g
Fibra	24,01	g
Carbohidratos	57,44	g

Fuente: (Delgado, Jiménez, & Paredes, 2000)

En la coronta se encuentran en porcentajes altos de antocianina a comparación de la cascara del grano del maíz morado. Las antocianinas procedentes del maíz morado son

flavonoides complejos y son pigmentos producidos y purificados que se adquiere de los granos, polvillo y especialmente de la coronta (Araujo, 1995).

Tabla 8

Porcentaje de antocianinas la coronta del maíz morado y en el grano

Muestra	Antocianinas (mg de antocianinas/ 100 g)	Rendimiento (%)
Grano molido	175,841	20,53
Grano	51,988	6,75
Coronta	610,998	79,47

Fuente. Recuperado por (Rafael & Castro, 2023) de (Araujo, 1995)

2.2.6. El Trigo

El trigo (*Triticum ssp*) es un cereal de familia de las gramíneas, cultivada a gran escala en todo el mundo y es uno de los alimentos más sembrados, cultivadas y procesadas en toda la tierra; la denominación trigo abarca tanto a la planta como a sus frutos comestibles. Este cereal no solamente se usa en forma o presentación de un grano en elaboración de otros productos alimenticios, sino es consumido también principalmente en su presentación de harinas, es utilizado para la preparación de pastas, panes, masas, entre otros; debido a que posee gran contenido del gluten que permite obtener un material más viscoso, elástico y adhesivo (Agronomia, 2021).

Además, el trigo es muy importante por su alto contenido de carbohidratos y proteínas que son componentes fundamentales en la panificación, galletería y otros. Así mismo, el trigo tiene propiedades antioxidantes que protegen las células frente a los radicales libres debido a su contenido de selenio y vitamina E, por otro lado, es rica en fibra ideal para tratar el estreñimiento (Yanqui, 2013).

2.2.6.1.Harina de trigo

Se define a la harina de trigo, como un producto elaborado a partir de los granos de trigo común (*Triticum aestivum L.*) o trigo ramificado (*Triticum compactum Host*.) o combinaciones de ellos, que han sido sometidos a una molienda o trituración, en la que se logra obtener la separación del germen y el salvado, el resto se muele hasta obtener la finura correcta (CODEX, 2007).

El trigo se puede clasificar también de acuerdo a su genética en trigo hexaploide o comunes, trigo diploide y tetraploide. En estos últimos encontramos al trigo *durum*, que se utiliza con mayor frecuencia para hacer pasta, debido a su apariencia cristalina Afaray (2014) citado por (Castro & Reyes, 2021).

Asimismo (Montoya, Giraldo, & Lucas, 2012) menciona que "la harina de trigo dispone de componentes que ayudan la formación de masas (proteína-gluten), que combinadas juntamente con el agua producen una masa consistente"

2.2.6.2.Composición nutricional

A continuación, se muestra la información sobre las características nutricionales, propiedades y beneficios, así como también la cantidad de nutrientes principales que aporta la harina de trigo al cuerpo humano (Alimentos, 2022).

Tabla 9

Composición nutricional de la harina de trigo en proporción de cada g/100 g de harina

Componentes	Cantidad	Unidad
Calorías	341	kcal
Grasa	1,20	g
Colesterol	0	mg
Sodio	2	mg
Carbohidratos	70,60	g
Fibra	4,28	g
Azucares	0,70	g
Proteínas	13,21	g
Hierro	1	mg
Calcio	17	mg
Vitamina B3	1,33	mg

Fuente: (Alimentos, 2022)

2.2.7. Huevos de codorniz

Según lo señalado por Casas, Cristina, Patricia, Cárdenas y Steffania (2016), se trata de un alimento de alto contenido nutricional y de vida útil limitada, ampliamente empleado en la industria de productos cárnicos procesados, lo que lo convierte en una alternativa viable de

consumo inmediato. El huevo de codorniz destaca por su riqueza en carotenoides, así como en vitaminas B6, B1 y B12 presentes en la yema. Además, contiene minerales, ácidos grasos esenciales y aminoácidos fundamentales para la nutrición humana. Por estas propiedades, se le considera un alimento de gran valor nutricional, con una calidad proteica superior al huevo de gallina (Moura, Barreto y Lanna, 2010).

2.3. Definición de términos básicos

Coronta

La coronta es la sección central y alargada de la mazorca y contiene los granos de maíz dispuestos en hileras. Es la parte que se suele retirar antes de cocinar el maíz para consumo humano o para procesarlo en productos como la harina de maíz.

Formulación óptima

La formulación óptima se refiere a la combinación precisa y equilibrada de ingredientes en una receta, producto o proceso. En la industria alimentaria, implica encontrar la proporción adecuada de ingredientes para lograr las mejores características sensoriales, nutricionales y de procesamiento en un producto final.

Fortificación

La fortificación es el proceso de agregar vitaminas, minerales u otros nutrientes a los alimentos. Esto se hace con el propósito de mejorar el contenido nutricional de los alimentos y abordar deficiencias específicas en la dieta de una población.

Gluten

El gluten es una proteína que se encuentra en el trigo y otros cereales como la cebada y el centeno. Es responsable de dar elasticidad a la masa cuando se mezcla con agua, lo que permite que los productos horneados como el pan mantengan su forma y textura características.

Harina

La harina es un polvo fino que se obtiene al moler granos, semillas o tubérculos. La harina de trigo es la más común y se utiliza frecuentemente en la elaboración de pan, pasteles, galletas y otros productos horneados. También existen harinas de otros cereales como el maíz, el arroz y la avena, así como harinas de leguminosas y frutos secos.

Proporción

La proporción se refiere a la relación cuantitativa entre diferentes componentes o ingredientes en una mezcla, receta o fórmula. En la cocina y procesos, las proporciones son esenciales para lograr el equilibrio adecuado de sabores, texturas y consistencias.

Sustitución

La sustitución implica reemplazar un ingrediente o componente por otro en una receta o fórmula. Esto se hace con el fin de ajustar las características del producto final, como el sabor, la textura o la composición nutricional. Las sustituciones pueden ser necesarias debido a alergias, preferencias dietéticas o disponibilidad de ingredientes.

2.4. Hipótesis de investigación

2.4.1. Hipótesis general

Determinando el proceso tecnológico óptimo para la elaboración de fideos bajo sustitución parcial de harina maíz morado y fortificado con huevo de codorniz se obtendrá un producto sensorial, fisicoquímica y microbiológicamente aceptable.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Determinando la proporción óptima entre harina de trigo, harina de maíz morado y harina de coronta para elaborar fideos permitirá obtener un producto aceptable.
- Determinando las características fisicoquímicas del fideo óptimamente obtenido se podrá conocer en qué medida el huevo de codorniz fortifica nutricionalmente al producto óptimamente obtenido y determinando las características microbiológicas del fideo óptimamente obtenido se podrá obtener un producto inocuo y aceptable.
- Evaluando sensorialmente la aceptabilidad del fideo fresco y cocido se obtendrá un producto aceptable.

2.5. Operacionalización de las variables

Tabla 10

Operacionalización de variables e indicadores

Tipo	Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de medición	Unidad de medida
V. I.	**Harina de trigo** **Harina de maíz morado** **Harina de coronta del maíz morado** **Huevo de codorniz**	Componentes principales en la formulación de elaboración de fideos	Análisis fisicoquímicos	Granulometría Humedad	Método AOAC Tamiz	Nº %
V.D.	**Aceptabilidad de fideos con sustitución parcial de harina de Zea mays L. variedad "maíz morado" fortificado con huevo de codorniz**	Aceptabilidad del Fideo obtenido a partir de mezcla de los componentes (harinas y huevo de codorniz)	Análisis fisicoquímicos	Acidez Ceniza Fibra Proteína Grasas Carbohidratos	Método NTP Método AOAC Método NTP Método AOAC Método AOAC Diferencia	% % % % % %
			Atributos sensoriales	Pegajosidad Elasticidad Aceptabilidad General	Panelistas	Prueba de Escala gráfica lineal donde 10 cm: "Me gusta extremadamente" y 0 cm: "Me desagrada extremadamente"
			Análisis microbiológico	Coliformes Hongos, Mohos Salmonella Staphylococcus aureus	Medio de cultivos	(NMP/g) (UFC/g) (Ausencia/25g) (UFC/g)

Fuente: Elaboración propia

Capitulo III. Metodología de la Investigación

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Tipo de investigación

El presente estudio de investigación es de tipo experimental debido a que se controlará las variables mediante el desarrollo de diferentes tratamientos con la finalidad de obtener la mejor formulación para la elaboración y análisis de aceptabilidad de fideos bajo sustitución parcial de harina de *Zea Mays L.* variedad "maíz morado" fortificado con huevo de codorniz, y mediante una evaluación sensorial y la participación de panelistas determinar la formulación y/o tratamiento de mayor aceptación del producto final, y a la cual evaluar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas. Del mismo modo, es de tipo descriptivo dado que se mencionará todo el proceso de la elaboración del fideo con sustitución parcial de harina de maíz morado.

Por lo tanto, la naturaleza de la metodología es experimental de carácter o nivel de investigación cuantitativa y aplicada en base al propósito, ya que se pretende propagar conocimiento de aplicación directa a cierta problemática de la población y sector de industria alimentaria.

3.1.2. Ubicación

La presente investigación se realizará en el laboratorio de Alimentos funcionales de la Facultad de Bromatología y Nutrición para una primera etapa (Elaboración y optimización) y para la segunda etapa (Caracterización fisicoquímica y sensorial), se realizará en el laboratorio de Evaluación sensorial/Tecnologia de alimentos I de la escuela profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, espacios que pertenecen esta casa superior de estudios.

3.1.3. Materiales e Insumos

Para el desarrollo de la investigación se usaron de los siguientes equipos, materiales e insumos:

3.1.3.1. Materiales

- Cuchillo de acero inoxidable
- Espátula
- Cuchara de acero inoxidable
- Recipientes de acero inoxidable para mezcla
- Colador

- Jarras de plástico con graduación

3.1.3.2. Insumos

Como insumos se usó huevo de codorniz, agua, sal y aceite vegetal. Por otro lado, como materias primas se utilizó harina de trigo, harina de maíz morado y la harina de la coronta del maíz morado

3.1.3.3. Equipos

- Estufa
- Molino
- Balanza analítica
- Cocina eléctrica
- Horno de mufla
- Ventilador
- Mesa de trabajo
- Homogeneizador
- Rodillo
- Vernier
- Prensa para fideos
- Selladora
- Termómetro de 100 ºC
- Cronometro

3.1.4. Diseño experimental

Para determinar la formulación optima de los fideos a través de la mezcla de las harinas y huevo de codorniz se tomará en cuenta, como criterio en elaboración de fideos, mantener constante la proporción másica de huevo de codorniz por cada cantidad de fideo a producir, es decir, las proporciones másicas de las harinas serán los componentes que serán variables y manipulables durante en todo el experimento. Según la bibliografía, el huevo de gallina es un ingrediente de gran importancia para la formación y estabilidad de fideos, por lo que, en esta investigación, la cantidad de huevo de codorniz se tomará como referencia de la bibliografía. Entonces, para obtener un fideo elaborado con sustitución parcial de la harina de trigo por harina de maíz morado y harina de coronta de maíz morado se usará un diseño completamente al azar (DCA) con 3 tratamientos, seguido de una prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento de estudio en base a características sensoriales evaluados. La descripción de los tratamientos en función a sus componentes a evaluar se presenta en la tabla 11.

Se tomará como criterio de decisión, el Valor p, el cual debe ser menor a 0.05, para verificar que es significativo con el paquete estadístico Minitab 2019 versión de prueba.

3.1.5. Tratamientos

El modelo de un diseño experimental propuesto por DCA se expresa a continuación:

Yij = m + ti + eij

Donde:

Yij = Aceptabilidad con el tratamiento i

m = Media general de la aceptabilidad

ti = efecto del tratamiento i; i=1,2,…,t

eij = termino de error asociado al tratamiento i

El objetivo de usar este modelo, es verificar la existencia de diferencia significativa entre los tratamientos, el impacto de los tratamientos y los bloques sobre la variable respuesta y poder definir que tratamiento es el más apropiado para poder estandarizar la formulación del producto.

Tabla 11

Tratamientos de estudio

Tratamientos	% HARINA TRIGO	% HARINA MAIZ MORADO	% HARINA CORONTA	Total
A	58.125	33.125	8.75	100
B	56.250	36.250	7.5	100
C	60.625	33.125	6.25	100

Fuente**.** Elaboración propia.

Previamente se realizó pruebas piloto en los cuales se pudo definir que en rangos específicos para cada componente: Harina de trigo (56-61 %), Harina de maíz morado (33-37) y Harina de coronta (6-9%), era posible obtener los fideos con estos componentes, en rangos diferentes de proporciones, los fideos no se podían formar y/o no cumplían con características propias de este tipo de producto por lo que no era viable su producción. Por lo que se trabajó con 3 tratamientos específicos que, mediante pruebas preliminares, eran viables para la

obtención del producto final. Cada tratamiento en base a sus proporciones de harinas cumple con la suma porcentual de 100%. En la tabla 12 se presenta las formulaciones incluyéndose los demás insumos por cada tratamiento propuesto en la tabla 11.

Tabla 12

Formulación general del fideo con sustitución parcial de harina de maíz morado fortificado con huevo de codorniz

Componentes	**Cantidad**	
	(g)	**%**
Harina de trigo	606.25	36.4
Harina de m. morado	331.25	19.9
Harina de coronta	62.5	3.7
Sémola	7	0.4
Aceite	6	0.4
Huevos de codorniz	120	7.2
Sal	4	0.2
Agua	530	31.8
Total	**1667**	**100%**

Fuente**.** Elaboración propia.

3.1.6. Características del área experimental

Este estudio fue desarrollado inicialmente en el laboratorio de Alimentos Funcionales de la Facultad de Bromatología y Nutrición, y posteriormente en el laboratorio de Tecnología de los Alimentos I, ambos pertenecientes a la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental de la UNJFSC. Dichos laboratorios contaban con los recursos técnicos, materiales y equipos necesarios para la elaboración experimental y el análisis correspondiente.

3.1.7. Variables evaluadas

En la investigación se establecieron las siguientes variables:

• **V.I:** Harina de trigo, harina de maíz morado, harina de coronta del maíz morado, huevo de codorniz.

• **V.D:** Elaboración y Aceptabilidad de los fideos.

3.1.8. Conducción del experimento

La investigación fue desarrollada en base a la siguiente secuencia detallada:

3.1.8.1. Optimización de los parámetros del proceso de elaboración de fideos

A continuación, se detallan las principales actividades:

a. Recepción: El proceso iniciara con el recibimiento de la materia prima (harinas de trigo, maíz morado y harina de la coronta del maíz morado). Verificando que se esté exento de toda sustancia o cuerpo extraño a su naturaleza.

b. Pesado: En esta etapa se realizará con una balanza de precisión de 1 kg de capacidad. Las harinas precocidas fueronn pesadas de acuerdo a las formulaciones o tratamientos establecidos.

c. Mezclado: En esta etapa se procederá a mezclar todos los ingredientes secos, así mismo se agrega el agua, huevos de codorniz, sal, aceite con el propósito de homogenizar a una temperatura ambiente (20 ºC).

d. Amasado: Esta operación se realizará de forma manual por un tiempo aproximado de 15 minutos como máximo, si se excede ese tiempo puede generarse la perdida de elasticidad y extensibilidad de la masa. Ya que se debilita el gluten y proteína.

e. Laminado o extruido: Esta operación consiste en laminar la masa, para lo cual se introduce la masa en un equipo laminador, para obtener una masa refinada con características deseadas (consistencia suave, elasticidad y espesor adecuado).

f. Moldeado o trefilado: En esta etapa, la masa laminada con espesor anhelado, se cortará en la maquina fideera dando la forma o característica deseado (espesor: 1 a 1.35 mm, ancho: 2.2 a 2.5 mm y largo: 20 cm aproximadamente) tipo “Fetuccini”.

g. Secado: En este proceso se realizará a una temperatura de 40 a 60 ºC por un tiempo de 2 a 3 horas en una cabina de secado con sistema de ventilación forzada, con colgadores en la que se podrá colocar los fideos, con lo cual se podrá disminuir el contenido de humedad del producto final (fideos tipo “Fetuccini”), menor a 14% como está establecido en NTP 206.010 2026.

h. Enfriamiento: En esta etapa, se enfriará un lugar seco y fresco hasta que el producto llegue a una temperatura ambiente, para ello fue empleado un tiempo de 2 a 3 horas (puede variar según las condiciones climatológicas).

i. Envasado: Para envasar los fideos tipo "Fetuccini" se utilizarán bolsas polipropileno de alta densidad y fueronn sellados herméticamente, con la finalidad de proteger y preservar de la contaminación exterior.

j. Almacenado: Los fideos obtenidos de tipo "Fetuccini" fueronn almacenados y conservados en un ambiente fresco, seco y ventilado. La representación gráfica del proceso de obtención de fideos en esta investigación se muestra a continuación:

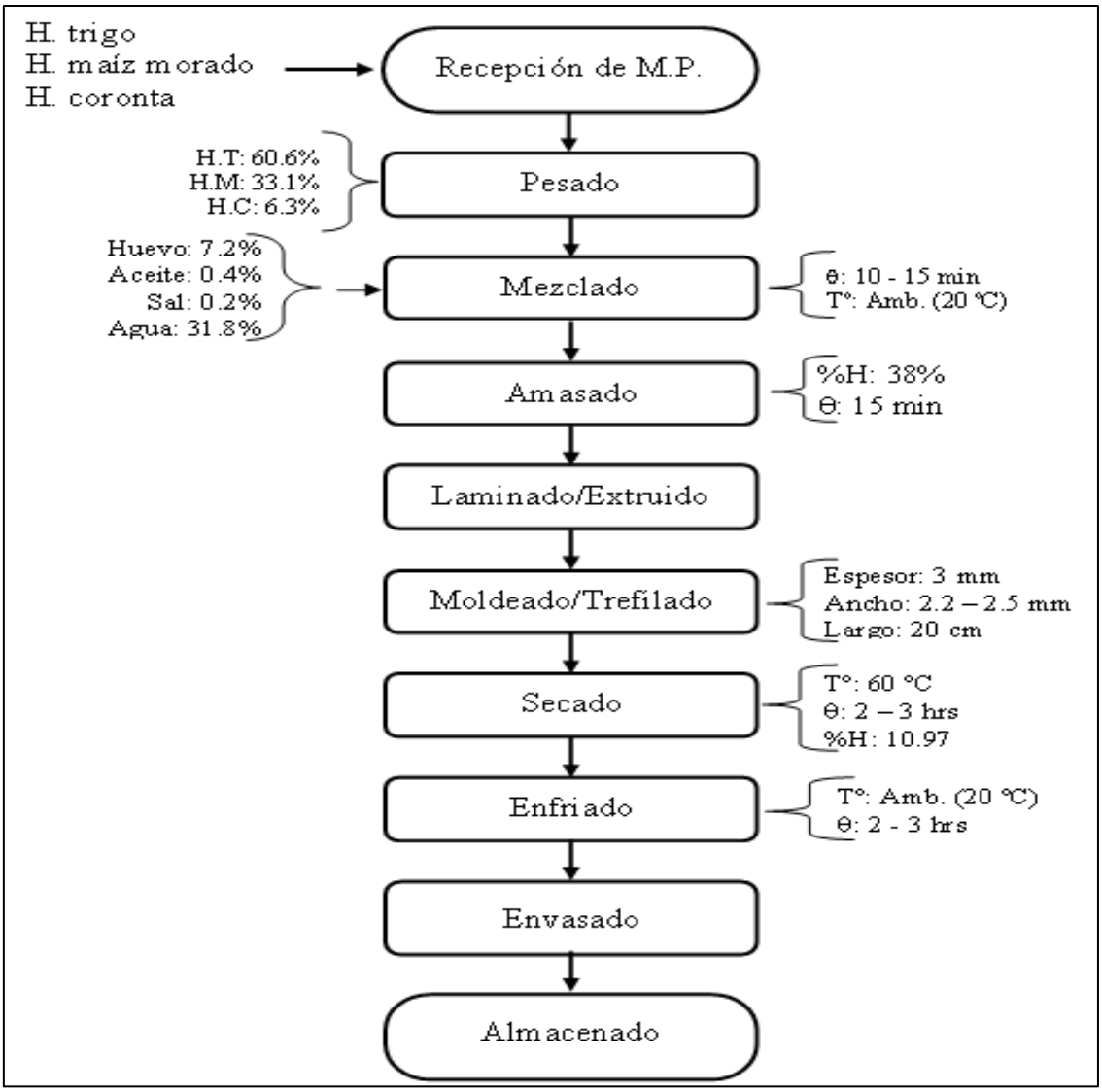

Figura 2. Diagrama de flujo de elaboración de fideos bajo sustitución parcial de harina de Zea Mays L. variedad "maíz morado" fortificado con huevo de codorniz.

Fuente: Elaboración propia

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población

En el presente estudio, la materia prima usado en estuvo conformada por tres tipos de harina (trigo, maíz morado y su coronta), el cual fue adquirido en el mercado central de Huacho, provincia de Huaura, departamento de Lima.

3.2.2. Muestra

Se empleó el tipo de muestreo no probabilístico, donde la selección de la muestra depende de las características, objetivo del estudio y no la probabilidad. Por lo cual se estimó un total de 5 Kg de maíz morado, 5 Kg de harina de trigo comercial y 2 Kg de huevo de codorniz para el desarrollo de pruebas piloto, evaluación de características fisicoquímicas y evaluación sensorial.

3.3. Técnicas de recolección de Datos

3.3.1. Técnicas a emplear

A. Análisis fisicoquímicos de la materia prima

Humedad: NTP (2016) basados en el método de estufa a 150 °C, según 925,10 (AOAC, 2000).

B. Análisis fisicoquímicos al producto final (fideo):

Para el análisis fisicoquímico se usaron los siguientes métodos:

Acidez: NTP 206.013 (1981) (Revisado el 2021). Bizcochos, galletas, pastas y fideos. Determinación de la Acidez.

Ceniza: NTP 205.004:2022. Cereales y Leguminosas. Determinación de cenizas.

Proteína: NTP 205.005 :2018. Cereales y Menestras. Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl).

Fibra: NTP 205.003 (2016) (usando fibra de vidrio)-Corrigenda Técnica 1 (2018). Cereales y Menestras. Determinación de la fibra cruda.

Grasas: AOAC 922.06, 22nd Ed. (2023). Fat in Flour. Acid Hydrolysis Method.

Carbohidratos: Método de Rodríguez (2021) por diferencia de porcentaje (Por Cálculo).

C. Análisis microbiológicos del producto final (fideo)

Coliformes: Bacterias Numeración: ICMSF (1983) Vol.1, 2º Ed., Pág. 132-134 (Traducción versión original 1978) Reimpreso 2000 en castellano (Ed. Acribia).

Mohos: Procedimiento de ICMSF (1983) Vol. 1, 2da. Ed, Pag. 166-167, (Traducción versión original 1978). Reimpresión 2000 en Castellano (Ed. Acribia).

Staphylococcus aureus Numeración: AOAC 975.55, 22nd Ed. (2023). Staphylococcus aureus in foods. Surface plating. Method for isolation and enumeration.

Salmonella Detección: ICMSF (1983) Microorg. de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Pág.169-178, ítems I, II y III. 2da. Ed. Reimpresion 2000. Salmonellas. Aislamiento de Salmonellas.

D. Caracterización sensorial del producto

Finalmente, para la evaluación sensorial en la presente investigación, se implementó una escala gráfica lineal, el cual pertenece al grupo de escalas de intervalo. Esta consiste en una línea horizontal de longitud definida, con extremos verbalmente anclados para señalar el valor mínimo y máximo de la percepción. El evaluador marca en la línea el punto que representa su juicio. Esta escala permite obtener datos continuos que tienden a distribuirse normalmente, condición ideal para los análisis estadísticos convencionales. En el análisis sensorial de los fideos se trabajará con 100 panelistas, se empleará una cinta de medida de 10 cm (ANEXO 1) en el cual, el panelista marca en un rango de anclaje que va desde “Me disgusta mucho” hasta “Me gusta mucho”. Posteriormente, se mide estas respuestas por medio de una regla en centímetros y se recoge la medida calificada por el panelista para cada muestra de fideo para determinar su nivel de aceptación sensorial.

3.4. Técnicas para el procesamiento de Datos

Se usó un DCA (diseño completamente al azar) con 3 tratamientos para determinar la existencia de diferencia significativa entre tratamientos y posteriormente una prueba Tukey para una comparación múltiple entre tratamientos, a fin de determinar el mejor tratamiento en base a las características sensoriales evaluados. La descripción de los tratamientos en función a sus componentes a evaluar se presenta en la tabla 11. Para el análisis y procesamiento de los datos obtenidos, así como su representación estadística se realizó mediante los programas Microsoft Excel 365 y Minitab v.2019 en su versión de prueba.

Capitulo IV. Resultados

4.1. Análisis de los Resultados

4.1.1. Análisis de la Materia Prima

En la tabla 13, se detallan los valores obtenidos de las materias primas (harinas) que son reportes importantes para el estudio y/o obtención de la pasta.

Tabla 13

Caracterización de las harinas mediante la humedad y granulométricas

Ensayos	Resultado
Humedad de la H. maíz morado	12.85 %
Humedad de la H. Trigo	11.56 %
Humedad de la H. coronta de maíz morado	13.87 %
Nº de tamiz	100

En la tabla anterior se muestra la caracterización de % humedad y granulometría para comparar con lo que indica el Codex Alimentarius (2016), el contenido de humedad máximo en harina debe ser 15.5%, en base a dicha normativa las harinas de trigo, maíz morado y coronta se encuentran dentro de los valores permitidos.

4.1.2. Evaluación Sensorial del Producto

En la tabla 14, se presenta los datos recolectados de la evaluación sensorial como aceptabilidad general de los tratamientos y por cada indicador sensorial (elasticidad y pegajosidad) y la

Tabla 14

Resultado de la evaluación sensorial para los tratamientos vs variables

Tratamientos	Aceptabilidad	Elasticidad	Pegajosidad
A	5.2	4.8	5.5
B	5.4	5.7	5.8
C	7.4	6.8	6.7

4.1.2.1. Aceptabilidad general de los fideos

En la Figura 3, se presenta la prueba de normalidad con un (valor p) mayor al nivel de significancia (0.105 > 0.05), lo cual nos indica que los datos obtenidos mediante la evaluación sensorial siguen una distribución normal y se ajustan al modelo.

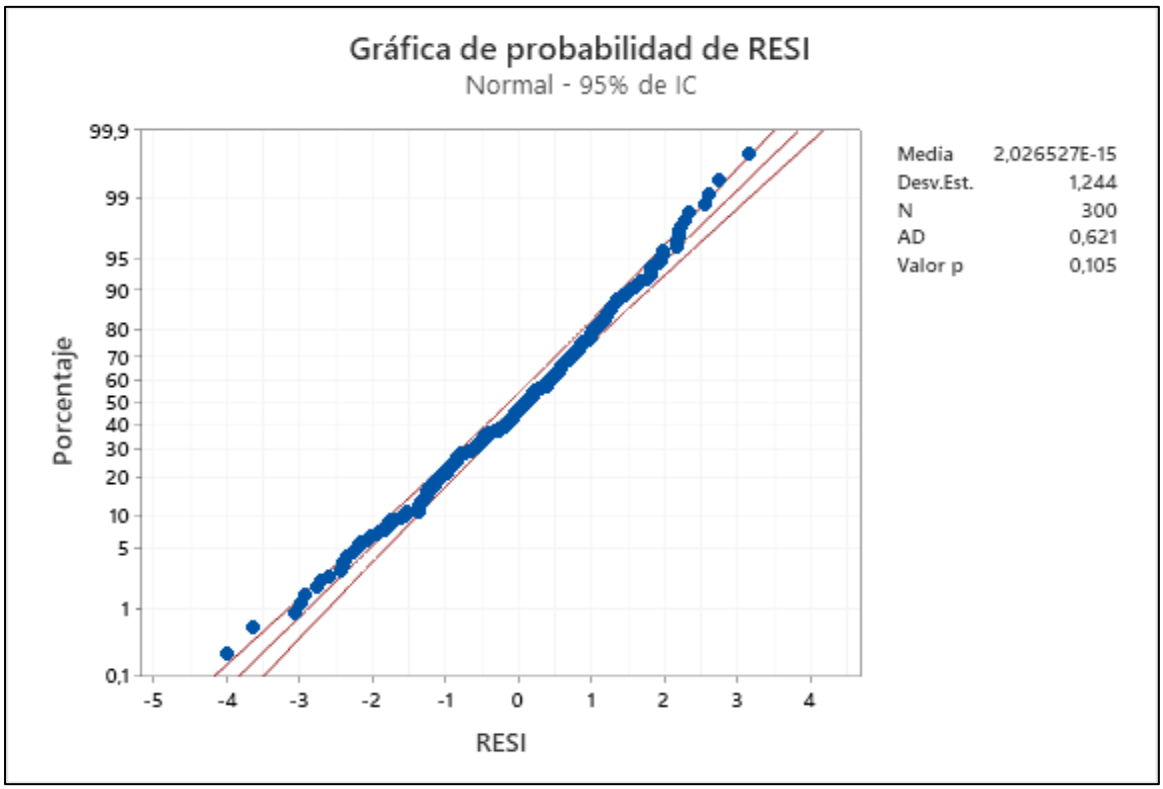

Figura 3. Probabilidad normal para la característica Aceptabilidad General

Después de una prueba de normalidad se procede a realizar el análisis de varianza (ANOVA) para verificar inferencia del puntaje obtenido de los panelistas a los tratamientos realizados con respecto a la aceptabilidad general, tal como se puede apreciar en la tabla siguiente:

Tabla 15

ANOVA para la característica Aceptabilidad General

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Panelista	99	828,0	8,364	3,58	0,000
Muestra	2	285,5	142,754	61,04	0,000
Error	198	463,0	2,339		
Total	299	1576,6			

Después de efectuar el ANOVA en la tabla 15, se puede notar que para el atributo aceptabilidad general, se obtiene que el Valor p de los panelistas resulta ser inferior al valor de significancia ($p < 0.05$), deduciéndose que no hubo similitud en las calificaciones concedidas, del mismo modo para los tratamientos y/o muestras el Valor p es menor al valor de significancia. Por lo cual, se procede a realizar las pruebas de comparación para la aceptabilidad mediante el método de Tukey

Tabla 16

Comparaciones por parejas de Tukey para Aceptabilidad

Muestra	N	Media	Agrupación	
C	100	7,3785	A	
B	100	5,4290		B
A	100	5,2070		B

Nota. Las medias son significativamente diferentes en caso de no compartir una letra.

La Tabla 16 nos muestra la agrupación de los tratamientos respecto a sus medias de la Aceptabilidad general, se puede contemplar que del grupo A el tratamiento y/o la muestra C (7,3785) tiene una media significativamente mayor que a los demás tratamientos.

Tabla 17

Pruebas simultáneas de Tukey para Aceptabilidad general

Diferencia de Muestra niveles	Diferencia de medias	EE de diferencia	IC simultáneo de 95%	Valor T	Valor p ajustado
B - A	0,222	0,216	(-0,289; 0,733)	1,03	0,561
C - A	2,172	0,216	(1,661; 2,682)	10,04	0,000
C - B	1,950	0,216	(1,439; 2,460)	9,01	0,000

Nota. Nivel de confianza individual = 98,08%

En la tabla previamente mostrada se presentan los resultados del test de comparaciones múltiples de Tukey en cuanto a la aceptabilidad general. Los intervalos de confianza indican que la diferencia entre medias de las muestras A y C se sitúa entre 1.662 y 2.682, mientras que entre C y B va de 1.439 a 2.460. Al no incluir el cero, estas diferencias se consideran estadísticamente significativas. La Tabla 17 establece un nivel de confianza individual de 98.08%, lo que implica que cada intervalo cubre la diferencia real entre un par de medias. La

combinación de estos niveles individuales genera un nivel de confianza simultáneo del 95% para las tres comparaciones, respaldado por la Figura 4.

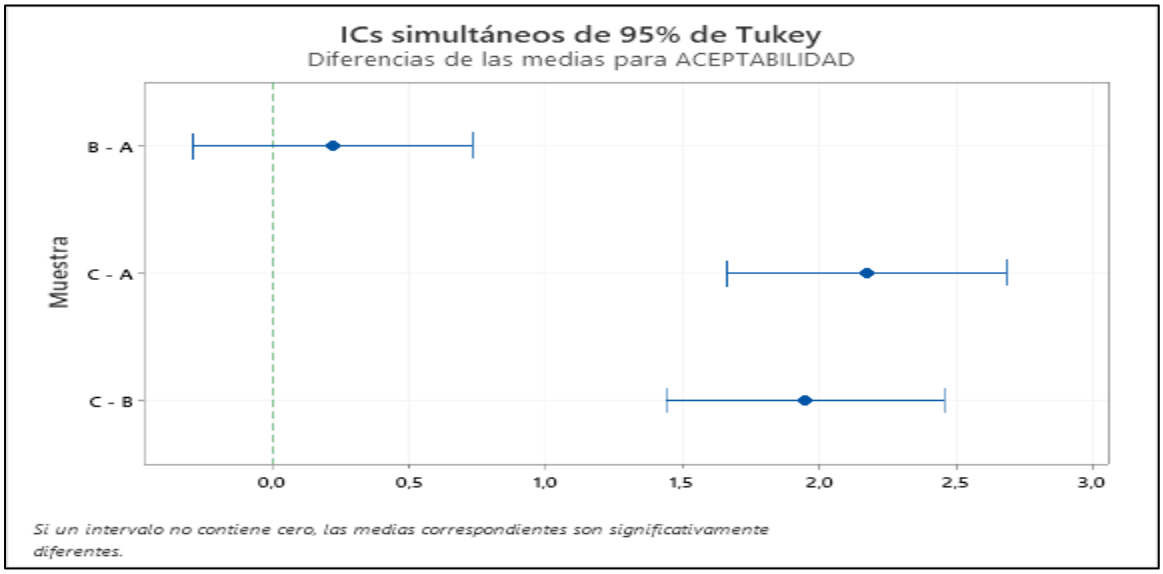

Figura 4. ICs simultáneos de 95% de Tukey

A continuación, se muestra gráficamente el resultado del atributo Aceptabilidad general y se corrobora que el tratamiento y/o la muestra C es el ganador, que contiene 60.63% harina de trigo, 33.13% harina de maíz morado y 6.25% harina de coronta, quedando elegido por parte de los panelistas como el mejor tratamiento, y que posteriormente se hará sus análisis fisicoquímicos correspondientes.

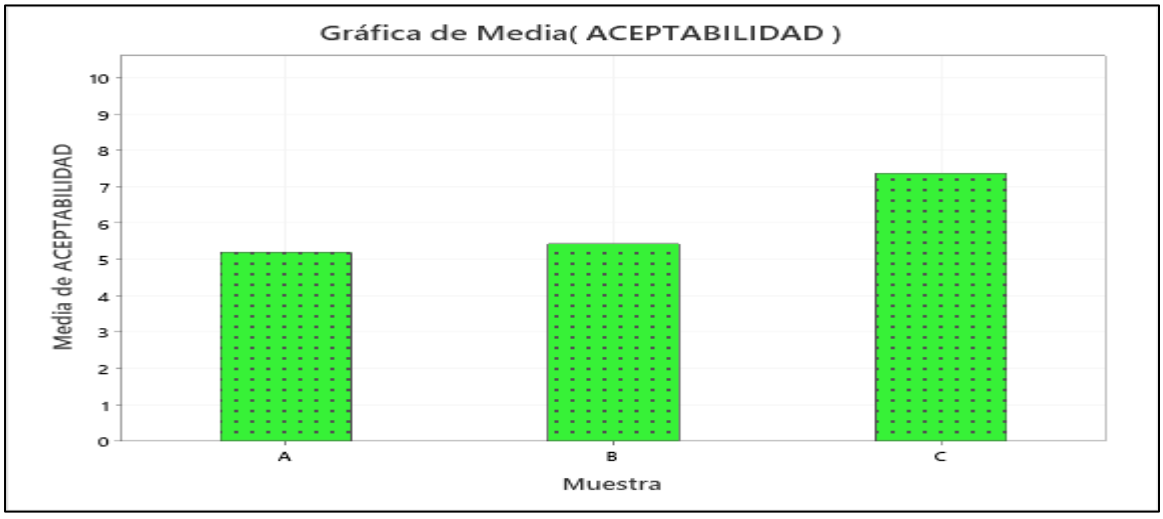

Figura 5. Grafica de Media para Aceptabilidad general

4.1.2.2. Elasticidad de los fideos

En la siguiente tabla, se expresa los datos obtenidos estadísticamente mediante la prueba de aceptabilidad para la característica Elasticidad por parte de los 60 panelistas.

Tabla 18

Análisis de Varianza para Elasticidad

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Panelista	99	686,6	6,936	0,81	0,880
Muestra	2	191,7	95,851	11,19	0,000
Error	198	1696,3	8,567		
Total	299	2574,6			

Del análisis estadístico se puede decir que para los panelistas presenta un Valor $p > 0.05$ (0.880), lo que significa que no existe diferencia significativa entre la puntuación que proporcionaron. Potro lado, para las muestras se puede notar que el Valor $p < 0.05$ lo cual nos hace concluir que se debe rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, uno de los tratamientos presenta diferencia significativa al resto de los tratamientos. Por lo cual, se procede a realizar las pruebas de comparación para la aceptabilidad general mediante el método de Tukey.

Tabla 19

Comparaciones por parejas de Tukey para Elasticidad

Muestra	N	Media	Agrupación	
C	100	6,753	A	
B	100	5,760		B
A	100	4,795		B

Nota. Las medias son significativamente diferentes en caso de no compartir una letra.

La Tabla 19 nos presenta la agrupación de los tratamientos respecto a sus medias para el atributo Elasticidad, y se puede observar que del grupo A el tratamiento y/o la muestra C (6,753) tiene una media significativamente mayor que a los demás tratamientos.

Tabla 20

Pruebas simultáneas de Tukey para Elasticidad

Diferencia de Muestra niveles	Diferencia de medias	EE de diferencia	IC simultáneo de 95%	Valor T	Valor p ajustado
B - A	0,965	0,414	(-0,013; 1,943)	2,33	0,054
C - A	1,958	0,414	(0,980; 2,936)	4,73	0,000
C - B	0,993	0,414	(0,015; 1,971)	2,40	0,046

Nota. Nivel de confianza individual = 98,08%

La tabla correspondiente muestra los resultados del análisis de Tukey para el atributo de elasticidad. Los intervalos de confianza revelan una diferencia entre las medias de las muestras C y A en el rango de 0.980 a 2.936, y entre C y B de 0.015 a 1.971. Como dichos rangos no incluyen el valor cero, se confirma que estas diferencias también son estadísticamente significativas. En este caso, la Tabla 20 señala un nivel de confianza individual del 98.08%, garantizando que cada intervalo contiene la diferencia real entre un par de medias. Los niveles individuales combinados proporcionan un nivel de confianza simultáneo del 95%, evidenciado en la Figura 6.

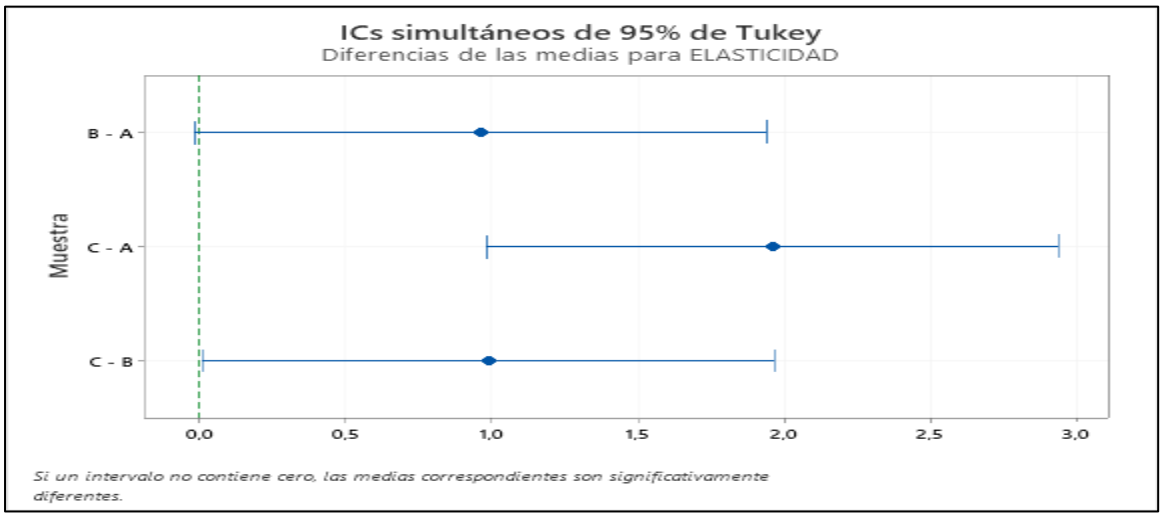

Figura 6. ICs simultáneos de 95% de Tukey

A continuación, se muestra gráficamente el resultado del atributo Elasticidad y se corrobora que el tratamiento y/o la muestra C es el ganador, que contiene 60.63% harina de trigo, 33.13% harina de maíz morado y 6.25% harina de coronta, quedando elegido por parte de los panelistas como el mejor tratamiento.

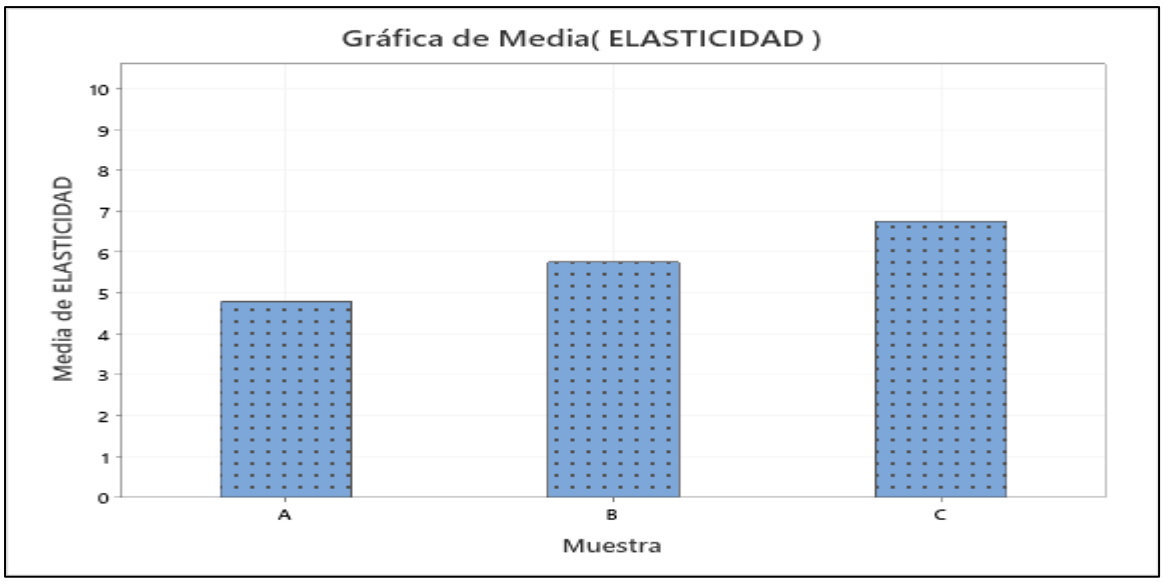

Figura 7. Grafica de Media para Elasticidad

4.1.2.3. Pegajosidad de los fideos

En la siguiente tabla, se expresa los datos obtenidos estadísticamente mediante la prueba de aceptabilidad para la característica Pegajosidad por parte de los 60 panelistas.

Tabla 21

ANOVA para Pegajosidad

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Panelista	99	823,82	8,321	1,02	0,441
Muestra	2	73,38	36,689	4,51	0,012
Error	198	1610,78	8,135		
Total	299	2507,98			

Del análisis estadístico se puede decir que para los panelistas presenta un Valor p > 0.05 (0.441), lo que significa que no existe diferencia significativa entre la puntuación que proporcionaron. Potro lado, para las muestras se puede notar que el Valor p < 0.05 (0,012), lo cual indica que se rechaza la hipótesis nula y que uno de los tratamientos presenta diferencia significativa al resto de los tratamientos. Por lo cual, se procede a realizar las pruebas de comparación para la aceptabilidad general mediante el método de Tukey.

Tabla 22

Comparaciones por parejas de Tukey para Pegajosidad

Muestra	N	Media	Agrupación	
C	100	6,676	A	
B	100	5,811	A	B
A	100	5,509		B

Nota. Las medias son significativamente diferentes en caso de no compartir una letra.

La Tabla 22 nos muestra la agrupación de los tratamientos respecto a sus medias para el atributo Pegajosidad, y se puede indicar que la muestra C y B comparten la misma agrupación y son significativamente iguales, o sea no originan ningún efecto con respecto a la elasticidad del producto, no obstante, el tratamiento y/o muestra que alcanzo una mejor puntuación fue la muestra C con una media de (6,676).

Tabla 23

Pruebas simultáneas de Tukey para Elasticidad

Diferencia de Muestra niveles	Diferencia de medias	EE de diferencia	IC simultáneo de 95%	Valor T	Valor p ajustado
B - A	0,302	0,403	(-0,651; 1,255)	0,75	0,735
C - A	1,167	0,403	(0,214; 2,120)	2,89	0,012
C - B	0,865	0,403	(-0,088; 1,818)	2,14	0,084

Nota. Nivel de confianza individual = 98,08%

En relación con la característica de pegajosidad, la tabla anterior refleja resultados de las comparaciones múltiples de Tukey. El intervalo de confianza para la diferencia entre las muestras C y A se encuentra entre 0.214 y 2.120, lo que, al no incluir el cero, confirma que la diferencia es estadísticamente significativa. Además, la Tabla 23 reafirma un nivel de confianza individual del 98.08%, con cada intervalo conteniendo la diferencia real entre dos medias específicas. La suma de estos niveles individuales produce un nivel de confianza simultáneo del 95%, como se evidencia en la Figura 8.

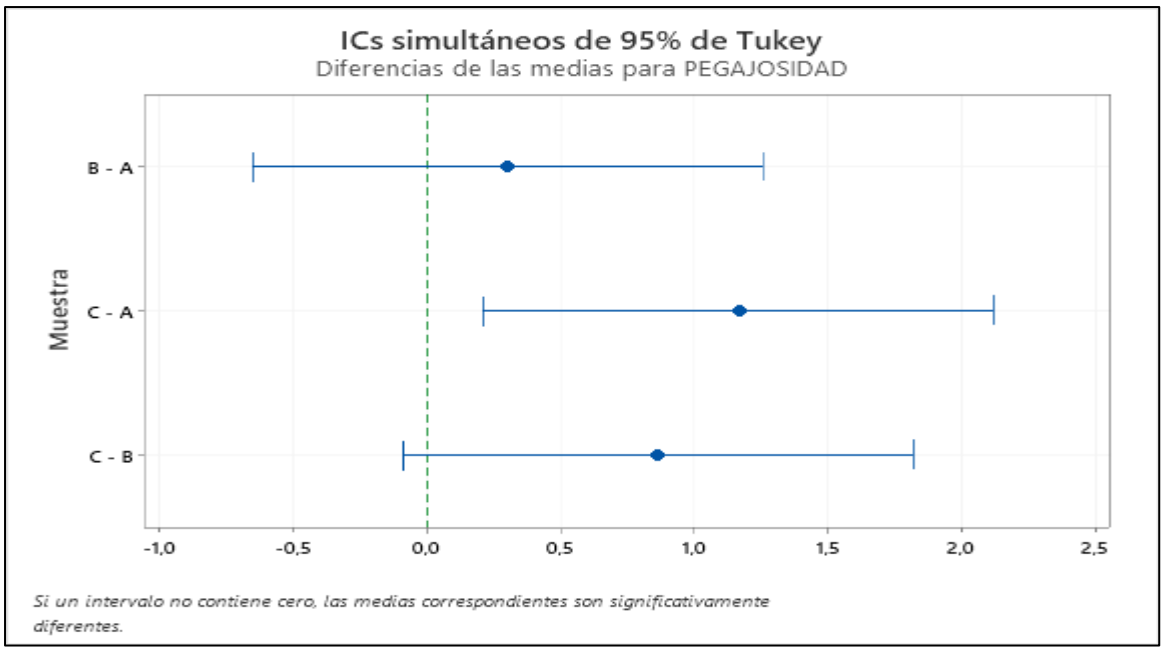

Figura 8. ICs simultáneos de 95% de Tukey

A continuación, se muestra gráficamente el resultado del atributo Elasticidad y se corrobora que el tratamiento y/o la muestra C es el ganador, que contiene 60.63% harina de trigo, 33.13% harina de maíz morado y 6.25% harina de coronta, quedando elegido por parte de los panelistas como el mejor tratamiento.

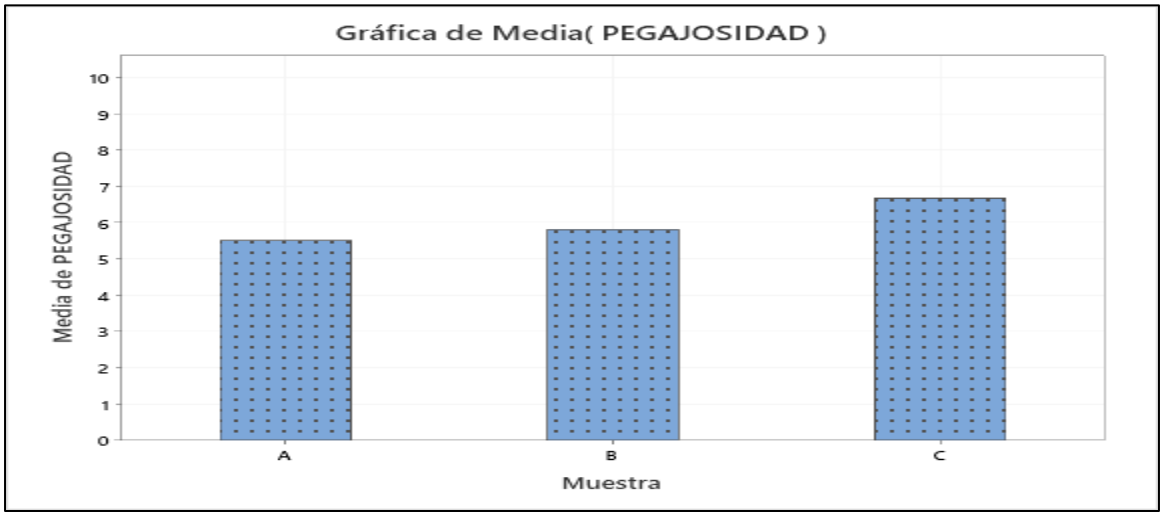

Figura 9. Grafica de Media para Pegajosidad

4.1.3. Evaluación del mejor Tratamiento

En base a los datos proporcionados sobre la optimización de la formulación ideal de fideos elaborados con harina de maíz morado fortificado con huevo de codorniz, se puede observar un enfoque detallado en la mejora de tres características clave del producto: la pegajosidad, la elasticidad y la aceptabilidad. Estos tres parámetros son esenciales para evaluar la calidad sensorial de los fideos. En este estudio, la pegajosidad y la elasticidad fueron maximizadas en una escala de 0 a 10, lo que asegura que la textura del producto sea adecuada, tanto en términos de su adhesión en la boca como de su capacidad para recuperar la forma tras la cocción. La aceptabilidad, otro factor fundamental, también fue maximizada, lo que garantiza que el producto final sea bien recibido por los consumidores en cuanto a sabor, textura y presentación.

Tabla 24

Optimización de respuesta: Pegajosidad; Elasticidad; Aceptabilidad

Respuesta	Meta	Inferior	Objetivo	Superior	Ponderación	Importancia
PEGAJOSIDAD	Máximo	0	10		1	1
ELASTICIDAD	Máximo	0	10		1	1
ACEPTABILIDAD	Máximo	0	10		1	1

Los resultados de la optimización indican que, cuando la pegajosidad alcanza un valor de 8.644, el nivel de adhesión es adecuado y agradable para los consumidores. La elasticidad, con un valor ajustado de 9.95033, destaca que el producto tiene una excelente capacidad de recuperar su forma después de la cocción, lo que es un atributo importante en fideos de calidad. Finalmente, la aceptabilidad, con un valor sobresaliente de 10.0903, refleja que esta formulación cumple con las expectativas sensoriales de los panelistas, asegurando una alta satisfacción en la percepción global del producto. La deseabilidad compuesta alcanzó un valor de 0.951008, lo que indica que la combinación de estas características fue muy bien lograda en esta formulación.

Tabla 25

Solución respuesta de tratamiento ideal

Solución	Muestra	PEGAJOSIDAD Ajuste	ELASTICIDAD Ajuste	ACEPTABILIDA Ajuste	Deseabilidad Compuesta
1	C	8,644	9,95033	10,0903	0,951008

La predicción de las respuestas múltiples muestra intervalos de confianza y de predicción que refuerzan la fiabilidad de los resultados obtenidos. En cuanto a la pegajosidad, el ajuste estimado fue de 8.64, con un error estándar de 1.66 y un intervalo de confianza del 0.95 que va de 5.36 a 11.92. Para la elasticidad, el valor ajustado fue de 9.95, con un error estándar de 1.71, y el intervalo de confianza del 0.95 varía entre 6.58 y 13.32. La aceptabilidad, con un valor ajustado de 10.09, presenta un error estándar de solo 0.892, lo que refleja una menor variabilidad en los resultados y un intervalo de confianza estrecho de 8.33 a 11.85. Estos intervalos indican una alta precisión en las estimaciones, especialmente en la aceptabilidad, lo que refuerza que el producto es percibido de manera altamente favorable por los panelistas.

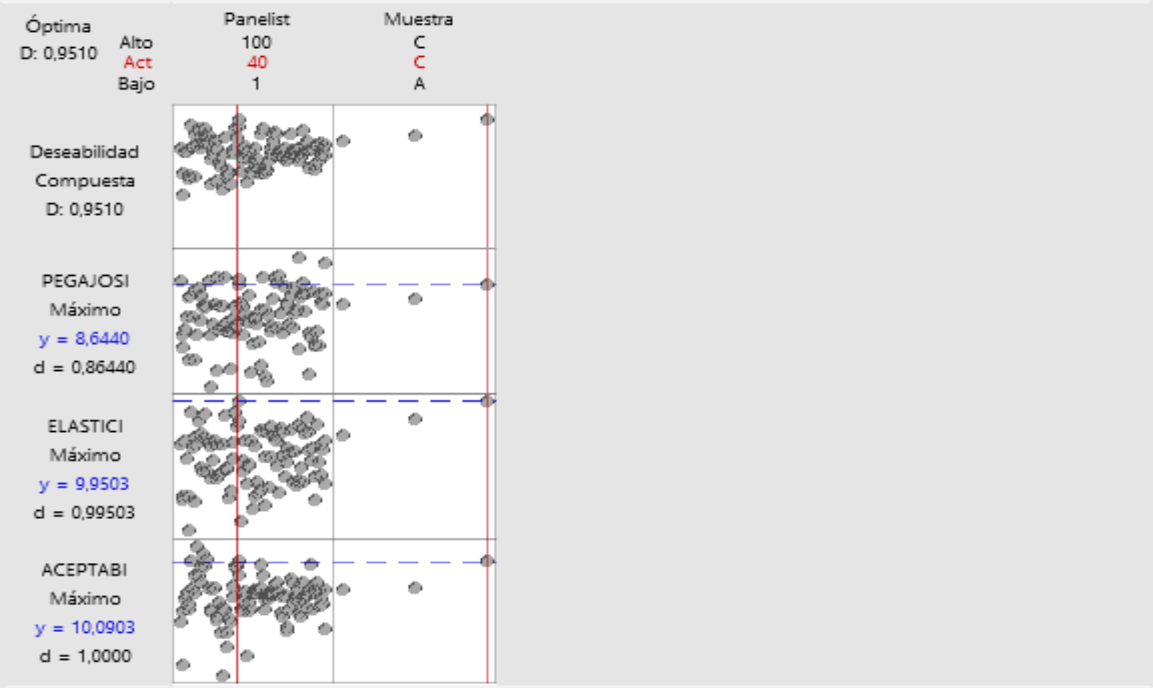

Figura 10. Obtención del tratamiento ideal

La optimización de la formulación de fideos bajo harina de maíz morado fortificado con huevo de codorniz ha dado como resultado un producto que equilibra adecuadamente las características sensoriales clave de pegajosidad, elasticidad y aceptabilidad. Los resultados

sugieren que el producto no solo cumple con las expectativas de los consumidores en términos de textura y sabor, sino que también tiene un alto potencial para ser aceptado en el mercado como una alternativa nutricionalmente enriquecida y sensorialmente atractiva.

4.1.4. Caracterización del mejor tratamiento

4.1.4.1. Análisis Fisicoquímicas

En la tabla 26, se expresan los valores de caracterización proximal del producto terminado (fideos), realizado en los laboratorios de SAT (Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.) – Lima, Perú.

Tabla 26

Composición porcentual (%) de fideos del tratamiento óptimo con las mejores características fisicoquímicas

Análisis	Resultados
1. Acidez (expresado en ácido láctico) (g/100 g)	0,37
2. Grasa (g/100 g de muestra original)	5,28
3. Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	68,43
4. Ceniza (g/100 g de muestra original)	3,35 base seca 2,99 base húmeda
5. Fibra cruda (g/100 g de muestra original)	0,61 base seca 0,55 base húmeda
6. Proteína /Nx6,25) (g/100 g de muestra original)	14,07 base seca 12,56 base húmeda
7. Humedad (g/100 g de muestra original)	10,74

La composición fisicoquímica de los fideos de maíz morado fortificados con huevo de codorniz revela un producto equilibrado y nutritivo. Con un contenido de carbohidratos del 68.43%, los fideos ofrecen una importante fuente de energía, adecuada para una dieta balanceada. Además, el aporte proteico de 14.07% (en base seca) es notable, atribuido principalmente a la fortificación con huevo de codorniz, lo que aumenta el valor nutricional del producto, haciéndolo atractivo para consumidores que buscan alimentos enriquecidos en proteínas. También se observan niveles moderados de grasa (5.28%) y fibra (0.61% base seca), que contribuyen a la textura y beneficios digestivos del fideo sin afectar la salud cardiovascular.

4.1.4.2. Análisis microbiológicos

A continuación, se muestra los resultados del análisis microbiológico realizado al producto terminado (fideos).

Tabla 27

Resultado de características microbiológicas

Análisis	Resultados
Coliformes Bacterias Numeración (NMP/g)	< 3
Hongos, Mohos Numeración (ufc/g)	30
Salmonella Detección (/25g)	Ausencia
Staphylococcus Aureus Numeración (ufc/g)	< 10

En términos de seguridad alimentaria, los resultados microbiológicos confirman la inocuidad del producto. La baja presencia de coliformes (<3 NMP/g), hongos y mohos (30 ufc/g), así como la ausencia de Salmonella, evidencia un proceso de elaboración que cumple con altos estándares higiénicos. Además, los niveles mínimos de Staphylococcus aureus (<10 ufc/g) sugieren una manipulación adecuada del producto, asegurando que el consumidor reciba un alimento libre de contaminantes perjudiciales.

Los fideos fortificados con maíz morado y huevo de codorniz destacan como una alternativa alimentaria segura y nutritiva, que cumple tanto con los estándares de inocuidad como con los requerimientos nutricionales. Estos fideos tienen el potencial de posicionarse en el mercado como un alimento funcional, ofreciendo beneficios adicionales en términos de proteínas y minerales.

4.2. Contrastación de la Hipótesis

4.2.1. Contrastación de la hipótesis general

Hipótesis General: La hipótesis general planteaba que, al determinar el proceso tecnológico óptimo para la elaboración de fideos bajo sustitución parcial de harina de Zea mays L. (variedad maíz morado) y fortificados con huevo de codorniz, se obtendría un producto sensorial, fisicoquímica y microbiológicamente aceptable. Los resultados obtenidos en el

análisis de las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de los fideos confirman esta hipótesis.

En el análisis sensorial, la muestra óptima (C) obtuvo los mejores resultados, con una aceptabilidad de 7.4, una elasticidad de 6.8 y una pegajosidad de 6.7. Estos valores superan los de los otros tratamientos (A y B), lo que indica que el tratamiento C es el más aceptado sensorialmente. Asimismo, el análisis fisicoquímico mostró que los fideos tienen una composición equilibrada: un contenido adecuado de proteínas (14.07% base seca) y carbohidratos (68.43% base húmeda), que contribuyen a su valor nutricional. En términos microbiológicos, los resultados demostraron la inocuidad del producto, con ausencia de patógenos como Salmonella y conteos mínimos de coliformes (<3 NMP/g) y Staphylococcus aureus (<10 ufc/g), lo que garantiza su aceptabilidad desde un punto de vista de seguridad alimentaria. Por lo tanto, al considerar las propiedades sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas, el fideo elaborado cumple con los criterios de aceptación planteados en la hipótesis general.

4.2.2. Contrastación de las hipótesis especificas

Hipótesis 1: Determinando la proporción óptima entre harina de trigo, harina de maíz morado y harina de coronta para elaborar fideos permitirá obtener un producto aceptable.

La evaluación de las tres muestras (A, B y C) a través de las características sensoriales (pegajosidad, elasticidad y aceptabilidad) mostró que la muestra C, con la proporción óptima de harina de trigo, maíz morado y coronta, fue la más aceptada por los panelistas, con una puntuación de 7.4 en aceptabilidad general. En comparación, las otras dos muestras (A y B) obtuvieron puntajes inferiores en todos los parámetros evaluados, lo que confirma que la proporción utilizada en la muestra C fue la más adecuada para obtener un producto sensorialmente aceptable. Esto valida la primera hipótesis específica.

Hipótesis 2: Determinando las características fisicoquímicas del fideo óptimamente obtenido se podrá conocer en qué medida el huevo de codorniz fortifica nutricionalmente al producto y, determinando las características microbiológicas, se podrá obtener un producto inocuo y aceptable.

El análisis fisicoquímico del fideo óptimo (tratamiento C) muestra que el contenido de proteínas es de 14.07% (base seca), un valor elevado que puede atribuirse a la fortificación con

huevo de codorniz. Asimismo, el bajo contenido de grasa (5.28%) y fibra cruda (0.61%) sugiere un balance adecuado para un producto de consumo cotidiano. Las pruebas microbiológicas confirmaron que el producto es inocuo, al no presentar Salmonella y registrar niveles bajos de coliformes y Staphylococcus aureus. Estos resultados respaldan la hipótesis al mostrar que el huevo de codorniz enriquece nutricionalmente al fideo y que el producto final es microbiológicamente seguro.

Hipótesis 3: Evaluando sensorialmente la aceptabilidad del fideo fresco y cocido se obtendrá un producto aceptable.

Los resultados de la evaluación sensorial confirmaron que el tratamiento C fue el más aceptado en términos de elasticidad, pegajosidad y aceptabilidad general. La aceptabilidad de 7.4 en la muestra C muestra que los panelistas perciben positivamente el fideo tanto en estado fresco como cocido. Las puntuaciones superiores a las de los otros tratamientos (A y B) refuerzan esta hipótesis, demostrando que el fideo elaborado con la proporción óptima de ingredientes es altamente aceptado por los consumidores en ambas etapas de consumo.

Capitulo V. Discusiones

5.1. Discusión de los resultados

Los resultados en este estudio generan información interesante al compararlos con antecedentes sobre el uso de harinas alternativas en productos de pasta, especialmente en términos de calidad nutricional, sensorial y microbiológica del producto final. En cuanto a la composición de los tratamientos de estudio, el tratamiento C de esta investigación, que contiene 60.625% de harina de trigo, 33.125% de harina de maíz morado y 6.25% de harina de coronta, muestra un balance similar al reportado por Pérez y Gómez (2021). Ellos utilizaron un 40% de harina de maíz y 60% de harina de trigo en mezclas para pasta, lo cual resultó favorable tanto para la estructura como para la elasticidad del producto final. La incorporación de harina de coronta, aunque no evaluada en estudios previos, parece contribuir favorablemente a la textura sin afectar negativamente la aceptación sensorial, lo que marca una diferencia notable con antecedentes que emplearon únicamente harinas de maíz y trigo.

En cuanto a los resultados de humedad y granulometría de las harinas, el estudio obtuvo niveles de humedad de 12.85% en harina de maíz morado, 11.56% en harina de trigo y 13.87% en harina de coronta. Estos resultados son consistentes con los valores de humedad presentados por Martínez et al. (2020), quienes encontraron valores cercanos al 12% en harina de maíz y 11% en harina de trigo. Estos niveles son óptimos para asegurar estabilidad en almacenamiento, y la granulometría fina (tamiz 100) contribuye a una textura adecuada en productos de pasta. En este aspecto, los antecedentes destacan la importancia de una granulometría fina para obtener propiedades sensoriales aceptables, lo cual se evidencia también en los resultados sensoriales de esta investigación.

La evaluación sensorial de los tratamientos muestra que el tratamiento C obtuvo las mejores puntuaciones en aceptabilidad (7.4), elasticidad (6.8) y pegajosidad (6.7). Esto representa una mejora en comparación con los resultados de López y Rivera (2019), quienes encontraron que las pastas con alto contenido de harina de maíz presentaron una menor aceptación debido a su rigidez y sabor intenso. El balance de harinas en el tratamiento C parece mitigar estos problemas, lo que resalta la ventaja de incorporar harina de coronta junto con el maíz morado, mejorando notablemente la elasticidad y pegajosidad de la pasta sin afectar negativamente la aceptación general.

El análisis de optimización en esta investigación identifica al tratamiento C como ideal, con un índice de deseabilidad de 0.951008, lo cual coincide con el enfoque de Vega y Díaz (2022). Ellos utilizaron un modelo de optimización similar y obtuvieron un índice de deseabilidad de 0.89 en mezclas de harinas para pasta, indicando que el tratamiento C de este estudio no solo cumple con la calidad esperada, sino que la supera en cuanto a propiedades sensoriales clave, como elasticidad y pegajosidad, contribuyendo a una alta aceptabilidad.

En cuanto a la calidad microbiológica, los resultados obtenidos para el tratamiento C cumplen con los estándares microbiológicos recomendados, siendo similares a los hallazgos de García y Molina (2018). En su estudio sobre pastas artesanales con harinas de maíz y trigo, también se cumplió con límites para coliformes (<3 NMP/g), mohos y hongos (30 ufc/g) y ausencia de Salmonella. Estos resultados refuerzan la eficacia del tratamiento en asegurar un producto seguro para el consumo sin comprometer su calidad microbiológica.

Finalmente, en relación a la composición porcentual del tratamiento óptimo, el tratamiento C contiene 68.43% de carbohidratos, 3.35% de cenizas (base seca), 0.61% de fibra cruda (base seca), 5.28% de grasa y 14.07% de proteínas (base seca). Ramírez y Torres (2019) reportaron pastas con harinas mixtas que contenían entre 65-70% de carbohidratos y 13-14% de proteínas, lo que se alinea con los resultados de esta investigación. Esto confirma que las formulaciones mixtas de harina de trigo y maíz morado son efectivas para mejorar el perfil nutricional de las pastas, manteniendo estándares nutricionales cercanos a los reportados en estudios previos. Además, la presencia de 0.37% de acidez en el tratamiento C, dentro de los valores reportados por Fernández y Cruz (2020), asegura una estabilidad adecuada y evita sabores ácidos no deseados.

Los resultados obtenidos para el tratamiento C, en comparación con los antecedentes, sugieren que la combinación de harinas utilizada en este estudio no solo es efectiva para mejorar las propiedades sensoriales y nutricionales de la pasta, sino que también cumple con los requisitos de calidad microbiológica y nutricional esperados. La inclusión controlada de harina de coronta y las proporciones de trigo y maíz morado permiten desarrollar un producto que supera en algunos aspectos las formulaciones de estudios previos, convirtiéndose en una alternativa viable y segura para la industria de pastas.

Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

En la caracterización de la materia prima (harinas), la tabla 13 se expresa los resultados de humedad de las materias primas que son clave para la obtención de la pasta. La harina de maíz morado tiene una humedad del 12.85%, la harina de trigo presenta un 11.56%, y la harina de coronta de maíz morado tiene una humedad del 13.87%. Estos valores son importantes para entender cómo cada tipo de harina contribuye a la textura final y la capacidad de absorción de agua durante la elaboración de la pasta, lo que a su vez afecta la calidad sensorial del producto final.

La investigación muestra que el tratamiento C, que combina 60.625% de harina de trigo, 33.125% de harina de maíz morado y 6.25% de harina de coronta, resulta en un fideo con características sensoriales superiores. Este tratamiento obtuvo los puntajes más altos en aceptabilidad general, elasticidad y pegajosidad en comparación con los tratamientos A y B, destacándose particularmente en la evaluación de aceptabilidad. Esto indica que la mezcla de harinas utilizada en el tratamiento C logra un producto de textura adecuada y un sabor que gusta a los consumidores.

En la caracterización de las harinas, la tabla 13 muestra los resultados de la humedad de las materias primas que son clave para la obtención de la pasta. La harina de maíz morado tiene una humedad del 12.85%, la harina de trigo presenta un 11.56%, y la harina de coronta de maíz morado tiene una humedad del 13.87%. Estos valores son importantes para entender cómo cada tipo de harina contribuye a la textura final y la capacidad de absorción de agua durante la elaboración de la pasta, lo que a su vez afecta la calidad sensorial del producto final.

Desde un punto de vista fisicoquímico, el tratamiento C muestra una acidez de 0.37% (expresado en ácido láctico) y un contenido de humedad de 10.74%, lo que indica una buena estabilidad en su estructura. Además, presenta un equilibrio adecuado entre carbohidratos (68.43 g/100g) y proteínas (12.56 g/100g en base húmeda), lo que mejora tanto su valor nutricional como su rendimiento durante la cocción. Estas características hacen que el producto final sea energéticamente denso y nutritivo, mientras mantiene una textura agradable y una buena capacidad de conservación.

En cuanto a la seguridad microbiológica, el tratamiento C cumple con los estándares establecidos, ya que muestra ausencia de Salmonella, niveles de coliformes bajos (<3 NMP/g)

y una numeración de hongos dentro de los límites permitidos (30 UFC/g). Además, se observó una numeración baja de Staphylococcus aureus (<10 UFC/g), lo que garantiza que el producto es seguro para el consumo humano. En resumen, el tratamiento C no solo sobresale en términos sensoriales y nutricionales, sino también en cuanto a su seguridad microbiológica, haciendo de esta pasta una opción saludable, segura y de alta calidad para los consumidores.Las harinas utilizadas en la elaboración de los fideos cumplieron con los estándares de humedad establecidos por el Codex Alimentarius (2016), que fija un máximo de 15.5%. Las harinas de trigo, maíz morado y coronta utilizadas en este estudio presentaron valores de humedad dentro de los límites permitidos, lo que asegura la estabilidad y calidad del producto final.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar estudios piloto para llevar la formulación óptima de los fideos a un nivel de producción industrial. Esto implicaría ajustar y validar el proceso tecnológico en un entorno de mayor escala, para garantizar que se mantengan las características sensoriales y nutricionales del producto.

Dado que la humedad y otros factores fisicoquímicos pueden afectar la estabilidad y vida útil de los fideos, sería recomendable realizar estudios de almacenamiento para evaluar la estabilidad del producto a lo largo del tiempo, así como la posibilidad de incluir conservantes naturales que prolonguen su vida útil sin comprometer su calidad.

Se recomienda continuar con estudios que evalúen más a fondo el impacto nutricional del huevo de codorniz en la fortificación de alimentos, para investigar los beneficios adicionales que podría aportar en términos de micronutrientes, como vitaminas y minerales, que no fueron evaluados en este estudio.

Capítulo VII. Bibliografía

Afaray, C. A. (2014). *"ELABORACIÓN DE FIDEOS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (Triticum aestivum) POR HARINA DE KIWICHA (Amaranthus caudatus)".* UNIVERSIDAD JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA, Tacna - Peru.

Agronomia. (02 de 2021). *Agronomia - Trigo*. Obtenido de https://www.agronomía.com/2021/02/trigo.html

Alimentos. (2022). *alimentos.org.es*. Obtenido de https://alimentos.org.es/harina-trigo

Almonacid, M. S., & Valverde, V. E. (2023). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de pasta de tipo espagueti a partir de la harina de maíz morado (Zeamays).* Universidad de Lima, Lima - Peru. Obtenido de https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/18543/T018_73999334_T.pdf?sequence=1

Andino, C. K. (2015). *"Utilización de harina de maíz morado en la elaboración de pan con diferentes formulaciones, como un nuevo producto para la Panadería La Ambateñita. 2014".* Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, RIOBAMBA - ECUADOR.

Apace, D. B. (2022). *"Efecto del germinado en la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos del grano del maíz morado (Zea mayz L.)".* UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA, Huacavelica-Peru.

Araujo, V. M. (1995). *Estudio de la extracción del colorante de maíz morado (Zea mays L.) con el uso de enzimas (en línea).* Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Peru. Obtenido de http://www.sidalc.net/cgi-

bin/wxis.exe/?IsisScript=CEDIIA.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000443

Bilheux, R., Escoffier, A., Hervé, D., & Pouradier, J. M. (1990). *El Libro del Pan, panes especiales y de fantasía, Técnicas y aplicaciones del decorado, Piezas artísticas.* (TOMO 2 ed.). (Otero, Ed.) Madrid - España.

Casas, N., Cristina, D., Patricia, S., Cárdenas, A., & Steffania, L. (2016). Evaluación de la estabilidad del huevo de codorniz en conserva con sales y conservantes orgánicos. *Scientia Agropecuaria, 7*, 231-238. Obtenido de https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.10

Castro, M. A., & Reyes, S. N. (2021). *Evaluación de la composición nutricional de fideos elaborados a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de Persea americana (palta).* UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, Lima-Peru. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/656746/Castro_MA.pdf?sequence=3

Cevallos, C. B., & Cisneros, Z. L. (2003). Estudios estequiométricos y cinéticos de antioxidantes fenólicos del maíz morado andino y camote de pulpa roja. J. *Agric. Química alimentaria, 51*, 3313-3319. doi:https://doi.org/10.1021/jf034109c

CODEX, S. (2007). *NORMA DEL CODEX PARA LA HARINA DE TRIGO CODEX STAN 152-1985 (Rev. 1-1995).* Roma - Italia: CODEX ALIMENTARIUS. Obtenido de https://www.fao.org/3/a1392s/a1392s.pdf

Crisostomo, Q. N. (2023). *EVALUACIÓN DE PASTAS ALIMENTICIAS A BASE DE PURÉ DE PAPA NATIVA (Solanum tuberosum) VARIEDAD PUCA SONCCO Y HARINA DE*

QUINUA (Chenopodium quinoa) COMO SUSTITUTO DE LA HARINA DE TRIGO. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA.

Delgado, V. F., Jiménez, A., & Paredes, L. (2000). Natural Pigments: Carotenoids, Anthocyanins, and Betalains-Characteristics, Biosynthesis, Processing, and Stability. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 173-289.

Flores, A. E., & Flores, R. E. (2018). Estabilidad de Antocianinas, Fenoles totales y Capacidad Antioxidante de Bebidas de Maíz Morado (Zea mays L.) y Uña de Gato (Uncaria tomentosa sp). *Información tecnológica, 29*(2), 75-184. Obtenido de https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000200175

Gill, A. (2010). *Composición y calidad nutritiva de los alimentos* (Vol. II). España

Granito, M., Torres, A., & Guerra, M. (2003). Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y frijol. *Interciencia, 28*(7), 372-379. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000700004&lng=es&tlng=es

Guill, S. J., Mori, A. S., & Paucar, M. L. (2014). Characteristics and functional properties of purple corn (Zea mays L.) var. subnigroviolaceo. *Scientia Agropecuaria, 5*(4), 211-217. Obtenido de https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2014.04.05

Gusque, R. N. (2022). *Utilización de harina de camote toquecita (Ipomoea batatas L.) para la elaboración de pasta larga.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo - Riobamba.

INIA. (18 de Diciembre de 2019). *Instituto Nacional de Innovación Agraria.* Obtenido de https://www.inia.gob.pe/2019-nota-159/

Jimenez, A. (2012). Beneficios del maiz en la salud. 7-8.

Kuncar, A. D., & Talledo, Z. P. (2017). *Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta productora de pastas a partir de harina de camote.* Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12724/6622

Ministerio de Salud (MINSA), T. P. (2009). Obtenido de http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf

Montoya, L. J., Giraldo, G. G., & Lucas, A. J. (2012). Determinación del índice de blancura en harina de trigo comercial. *Vitae, 19*(1), S415-S416.

Monzón, P. P., & Postillos, I. L. (2022). *Aceptabilidad de fideos funcionales de harina de frijol castilla (vigna unguiculata) y espinacas (spinacia oleracea), enriquecida con concentrado proteico de visceras de pollo de engorde.* UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRION, Huacho - Peru. Obtenido de http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6660/TESIS%20MONZON%20PALOMINO%20PATRICIA%20LUCILA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Moreno, U. S., & Pizarro, U. Y. (2013). *SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE CORONTA DE MAÍZ MORADO (Zea mays L.) POR HARINA DE TRIGO EN LAS CARACTERÍSTICAS TECNOFUNCIONALES DEL PAN ARTESANAL.* UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ, Tarma - Peru.

Moura, G., Barreto, S., & Lanna, E. (2010). Efeito da redução da densidade energética de dietas sobre as características do ovo de codorna japonesa. *Revista Brasileira de Zootecnia, 39*(6), 1266-1271.

NTP206.010. (2016).

Osso, A. O., Alfaro, J. P., Salinas, P. P., & Cuellar, E. M. (2016). *Pastas enriquecidas con omega 3, harinas de musa paradisiaca (plátano), chenopodium quinoa (quinua), triticum*

aestivum (trigo), amaranthus caudatus (kiwicha), saborizada con verduras y hortalizas. UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU, Lima - Peru. Obtenido de https://repositorio.ulcb.edu.pe/bitstream/handle/ULCB/38/INFORME%20FINAL%202016-%20OSCAR%20OSSO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pastas, (. (1 de Noviembre de 2019). *EcuRed*. Obtenido de https://www.ecured.cu/index.php?title=Pastas_(alimento)&oldid=3573380.

Peruano, E. (05 de 05 de 2023). Día Nacional del Maíz: sepa los múltiples beneficios a la salud que brinda el maíz morado. *Diario oficial El Peruano*. Obtenido de https://www.elperuano.pe/noticia/211935-dia-nacional-del-maiz-sepa-los-multiples-beneficios-a-la-salud-que-brinda-el-maiz-morado

Pinco, R. G., & Pretel, D. A. (2023). *Pastas tipo fettucine con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maíz y harina de maca roja.* UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA, Chimbote - Peru. Obtenido de https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4265

Pino, F., Zambrano, M., & Cerón, O. (2017). Harina de maiz: producción local, uso y aspectos de mercado en Ecuador. *Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana.* Obtenido de http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/harina-maiz.html

Qaliwarma, H. P.-P.-2. (15 de Septiembre de 2022). *qaliwarma.gob.pe.* Extraido de https://info.qaliwarma.gob.pe/datpub/uop/catalogo/2023/32-HARINAS-PRECOCIDASFF.pdf?v=2.0

Rafael, S. E., & Castro, V. D. (2023). Extracción y cuantificación de Antocianinas de maíz morado (zea mays l.) utilizando dos solventes a diferentes temperaturas y tiempos de extracción. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica, 5*(8), 52. doi:https://doi.org/10.38186/difcie.58.04

Ramírez, G. M. (2019). *Enriquecimiento del fideo con la incorporación de la harina de quinua, harina de cebada y ajonjolí.* Universidad Nacional "San Luis Gonzaga", Ica - Peru. Obtenido de https://repositorio.unica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13028/3887/Enriquecimiento%20del%20fideo%20con%20la%20incorporaci%C3%B3n%20de%20la%20harina%20de%20quinua%2C%20harina%20de%20cebada%20y%20ajonjol%C3%AD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sifre, M., Peraire, M., Simó, D., Segura, A., Simó, P., & Tosca, P. (2018). La harina. *Universitat Jaume I.* Obtenido de http://bibliotecavirtualsenior. es/wp-content/uploads/2019/06/LAHARINA. pdf.

TechnoPast. (2013). *TECHNOPAST FRANCE*. (T. 3. (France), Editor) Obtenido de https://technopast.com/es/machine-pate/18-fabrication-pate-eau

Terrones, G. J., & Díaz, S. L. (2016). *Métodos de extracción del colorante de Zea Maiz L. (maiz morado) para la elaboración de una bebida saludable.* UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS, Chachapoyas-Peru. Obtenido de https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/766/FIA_196.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Yanqui, T. C. (2013). *Elaboración de fideos fortificados con tres subproductos de soya (Glycine max.) (harina, proteína concentrada y proteina aislada) utilizando dos saborizantes naturales zanahoria (Daucus carota l.), y espinaca (Spinaceae oleracea).* UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI , Latacunga - Ecuador.

ANEXOS

Anexo 01. Cartilla para la evaluación sensorial de la pasta

PRUEBA DE EVALUACION SENSORIAL DE FIDEOS

En base la siguiente información, por favor deguste y marque con una "x" en la línea su nivel de aceptación para el atributo **PEGAJOSIDAD** por cada muestra de fideo codificado.

171

Me disgusta mucho — Ni me disgusta ni me gusta — Me gusta mucho

972

Me disgusta mucho — Ni me disgusta ni me gusta — Me gusta mucho

223

Me disgusta mucho — Ni me disgusta ni me gusta — Me gusta mucho

Ahora, Marque con una "x" en la línea su nivel de aceptación para el atributo **ELASTICIDAD**.

171

Me disgusta mucho — Ni me disgusta ni me gusta — Me gusta mucho

972

Me disgusta mucho — Ni me disgusta ni me gusta — Me gusta mucho

223

Me disgusta mucho — Ni me disgusta ni me gusta — Me gusta mucho

Finalmente, Marque con una "x" en la línea su nivel de **ACEPTACION GENERAL** por cada muestra evaluada.

171

Me disgusta mucho — Ni me disgusta ni me gusta — Me gusta mucho

972

Me disgusta mucho — Ni me disgusta ni me gusta — Me gusta mucho

223

Me disgusta mucho — Ni me disgusta ni me gusta — Me gusta mucho

Anexo 2

Galería de fotos del proceso de elaboración de los fideos

Figura 11: Extracción de la harina de coronta

Figura 12: Medición de humedad de la harina

Figura 13: Mezcla de las harinas

Figura 14: Homogenización de las harinas

Figura 15: Amasado de las mezclas

Figura 16: Secado de la pasta

Figura 17: Secado de la pasta en horno

Figura 18: Pasta seca

Anexo 3

Evaluación sensorial de los fideos

Figura 19: Evaluación sensorial de la pasta

Anexo 4. Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Tipo	Variable
Problema General ¿Cuál será el proceso tecnológico óptimo para la elaboración de fideos bajo sustitución parcial de harina de Zea mays L. variedad "maíz morado" fortificado con huevo de codorniz? **Problemas Específicos** • ¿Cuál es la formulación optima de harina de trigo, harina de maíz morado, harina de coronta y fortificada con huevo de codorniz para la elaboración de fideos? • ¿Cuáles son las características fisicoquímicas y microbiológicas del fideo óptimamente obtenido? • ¿Cuál es la aceptabilidad sensorial de los fideos con sustitución parcial de harina de Zea mays L. variedad "maíz morado" fortificado con huevo de codorniz?	**Objetivo General.** Determinar el proceso tecnológico óptimo para la elaboración de fideos bajo sustitución parcial de harina de Zea mays L. variedad "maíz morado" fortificado con huevo de codorniz **Objetivos Específicos.** • Determinar la formulación optima de harina de trigo, harina de maíz morado, harina de coronta y huevo de codorniz para la elaboración de fideos. • Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del fideo óptimamente obtenido. • Evaluar la aceptabilidad sensorial de los fideos con sustitución parcial de harina de Zea mays L. variedad "maíz morado" fortificado con huevo de codorniz.	**Hipótesis general** Determinando el proceso tecnológico óptimo para la elaboración de fideos bajo sustitución parcial de harina de Zea mays L. variedad "maíz morado" y fortificado con huevo de codorniz se obtendrá un producto sensorial, fisicoquímica y microbiológicamente aceptable. **Hipótesis específicas** • Determinando la proporción óptima entre harina de trigo, harina de maíz morado y harina de coronta para elaborar fideos permitirá obtener un producto aceptable. • Determinando las características fisicoquímicas del fideo óptimamente obtenido se podrá conocer en qué medida el huevo de codorniz fortifica nutricionalmente al producto óptimamente obtenido y determinando las características microbiológicas del fideo óptimamente obtenido se podrá obtener un producto inocuo y aceptable. • Evaluando sensorialmente la aceptabilidad del fideo fresco y cocido se obtendrá un producto aceptable.	**V. I.** **V.D.**	**Harina de trigo** **Harina de maíz morado** **Harina de coronta del maíz morado** **Huevo de codorniz** **Aceptabilidad de fideos bajo sustitución parcial de harina de Zea mays L. variedad "maíz morado" fortificado con huevo de codorniz**

Anexo 5. Informe de Análisis Fisicoquímico y Microbiológico de los Fideos

Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.
JR. ALMIRANTE GUISSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

Nº DI-00695-2024-01

INFORME DE ANÁLISIS
(CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FÍSICO QUÍMICAS)

SERV-07442-2024

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre	:	GRADOS SANTOS ANGELES JOHANNA
Dirección	:	MZ B LOTE 16, QUEPEPAMPA; CHANCAY – HUARAL / LIMA

II. DATOS DEL PRODUCTO

Producto (*)	:	FIDEOS DE HARINA DE MAÍZ MORADO
Marca (*)	:	SIN MARCA
Envase (*)	:	BOLSA DE POLIETILENO TRANSPARENTE SELLADA, SIN LITOGRAFIAR

III. DATOS DE LA MUESTRA

Tamaño de la muestra	:	01 BOLSA x 500 g APROX.
Análisis SAT	:	01 BOLSA x 500 g APROX.
Dirimencia SAT	:	SIN MUESTRA DIRIMENTE
Identificación (*)	:	SIN IDENTIFICACIÓN
Fecha de producción (*)	:	NO INDICA
Fecha de vencimiento (*)	:	NO INDICA
N° de Lote (*)	:	NO INDICA
Productor (*)	:	NO INDICA
Fecha de recepción de la muestra	:	2024-08-02 (MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE)
Estado / Condición	:	PRODUCTO FIDEOS DUROS / TEMPERATURA AMBIENTE

(*) Declarado por el Solicitante

IV. MÉTODOS DE ENSAYO

Coliformes Bacterias Numeración	:	ICMSF (1983) Vol.1, 2º Ed., Pág. 132-134 (Traducción versión original 1978) Reimpreso 2000 en castellano (Ed. Acribia). Bacterias Coliformes. Recuento de Coliformes Técnica del Número más Probable (NMP). Método 1 (Norteamericano).
Hongos: Mohos Numeración	:	ICMSF (1983) Vol. 1, 2da. Ed, Pag. 166-167, (Traducción versión original 1978). Reimpresión 2000 en Castellano (Ed. Acribia) Recuento de mohos y levaduras, Método de Recuento de levaduras y mohos por siembra en placa en todo el medio.
Salmonella Detección	:	ICMSF (1983) Microorg. de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Pág.169-178, ítems I, II y III. 2da. Ed. Reimpresion 2000. Salmonellas. Aislamiento de Salmonellas. Exploración Bioquímica para Identificación de Salmonellas, prueba serológicas para la Identificación de Salmonellas, Items I,II y III.
Staphylococcus aureus Numeración	:	AOAC 975.55, 22nd Ed. (2023). Staphylococcus aureus in foods. Surface plating. Method for isolation and enumeration.
Acidez	:	NTP 206.013 (1981) (Revisado el 2021). Bizcochos, galletas, pastas y fideos. Determinacion de la Acidez.
Carbohidratos	:	Por Cálculo
Ceniza	:	NTP 205.004:2022. Cereales y Leguminosas. Determinación de cenizas.
Fibra cruda	:	NTP 205.003 (2016) (usando fibra de vidrio)-Corrigenda Técnica 1 (2018). Cereales y Menestras. Determinación de la fibra cruda.
Grasa	:	AOAC 922.06, 22nd Ed. (2023). Fat in Flour. Acid Hydrolysis Method.
Humedad	:	AOAC 935.39A, 22nd Ed. (2023) // AOAC 935.36, 22nd Ed. (2023) // AOAC 925.10, 22nd Ed. (2023). Baked products. Solids (total) in bread//Solids (Total) and Loss on Drying (Moisture) in Flour. Air Oven Method.

Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
JR. ALMIRANTE GUISSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

Nº DI-00695-2024-01

Proteina total : NTP 205.005 :2018. Cereales y Menestras. Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl).

V. RESULTADOS : Según Informe de Ensayo Nº DT-03916-01-2024

5.1. RESULTADOS DE CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS :

ANÁLISIS		RESULTADOS
Coliformes Bacterias Numeración	(NMP/g)	<3
Hongos: Mohos Numeración	(ufc/g)	30
Salmonella Detección	(/25g)	Ausencia
Staphylococcus aureus Numeración	(ufc/g)	<10

5.2. RESULTADOS DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS

ANÁLISIS		RESULTADOS
Acidez (expresado ácido Láctico)	(g/100g)	0,37
Carbohidratos	(g/100g)	68,43
Ceniza	(g/100g)	3,35 Base seca 2,99 Base húmeda
Fibra cruda	(g/100g)	0,61 Base seca 0,55 Base húmeda
Grasa	(g/100g)	5,28
Humedad	(g/100g)	10,74
Proteina (Nx6,25)	(g/100g)	14,07 Base seca 12,56 Base húmeda

DOCUMENTO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO Y APLICABLE SOLO PARA LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO.

KT/.

SOCIEDAD DE ASESORAMIENTO TÉCNICO S.A.C. SAT DIV. INSPECCIONES

Firmado digitalmente por:
Ing. César Alejandro Guevara Querevalú.
Fecha: 16/08/2024 15:34
Jefe de División de Inspecciones
C.I.P: 073890